Bureau de la sécurité des transports du Canada

Transportation Safety Board of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE A12Q0216



ATTERRISSAGE INTERROMPU À BAS RÉGIME ET COLLISION AVEC LE RELIEF

PERIMETER AVIATION LP
FAIRCHILD SA227-AC METRO III, C-GFWX
SANIKILUAQ (NUNAVUT)
22 DÉCEMBRE 2012



Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet événement dans le but de promouvoir la sécurité des transports. Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales.

Rapport d'enquête aéronautique A12Q0216

Atterrissage interrompu à bas régime et collision avec le relief

Perimeter Aviation LP
Fairchild SA227-AC Metro III, C-GFWX
Sanikiluaq (Nunavut)
22 décembre 2012

Résumé

Le 22 décembre 2012, l'aéronef Fairchild SA227-AC Metro III (immatriculé C-GFWX, numéro de série AC650B) de Perimeter Aviation LP, effectuant le vol nolisé Perimeter PAG993, a décollé de l'aéroport international Winnipeg/James Armstrong Richardson (Manitoba) à 19 h 39 temps universel coordonné (13 h 39 heure normale du Centre) à destination de Sanikiluaq (Nunavut). Après une tentative d'approche visuelle de la piste 09, l'équipage de conduite a tenté une approche de non-précision par radiophare non directionnel (NDB) de la piste 27. L'équipage de conduite a établi le contact visuel avec les environs de la piste et a amorcé une approche indirecte de la piste 09. L'équipage a ensuite perdu le contact visuel avec les environs de la piste 09 et est retourné au NDB de Sanikiluaq. L'équipage a effectué une deuxième approche au moyen du NDB de la piste 27 dans l'intention d'atterrir sur la piste 27. L'équipage a établi le contact visuel avec les environs de la piste après avoir passé le point d'approche interrompue. Après une descente abrupte, on a amorcé un atterrissage interrompu à une hauteur de 20 à 50 pieds au-dessus de la piste; l'aéronef a heurté le sol à environ 525 pieds au-delà de l'extrémité de départ de la piste 27. La radiobalise de repérage d'urgence de 406 MHz s'est déclenchée à l'impact. Les 2 membres de l'équipage de conduite et 1 passager ont été grièvement blessés, 5 passagers ont été légèrement blessés, et 1 bébé a été mortellement blessé. Les occupants ont évacué l'aéronef par l'issue de secours avant sur l'aile droite et ont immédiatement été transportés au centre de soins de santé local. L'aéronef a été détruit. L'événement s'est déroule à la noirceur, à 23 h 6 temps universel coordonné (18 h 6 heure normale de l'Est).

This report is also available in English.

Table des matières

1.0 Renseignements de base

1.1 Déroulement du vol

Le 22 décembre 2012, l'aéronef Fairchild SA227-AC Metro III[1], qui effectuait le vol Perimeter PAG993 en vertu des règles de vol aux instruments (IFR)[2], était nolisé pour un vol entre l'aéroport international Winnipeg/James Armstrong Richardson (CYWG) (Manitoba) et Sanikiluaq (CYSK) (Nunavut). Ce vol nolisé était exploité en vertu de la sous-partie 704 du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC)[3]. C'est normalement Keewatin Air, une société sœur[4] de Perimeter Aviation LP (Perimeter), qui exploitait cette route les lundis, les mercredis et les vendredis. Le vol régulier qui devait avoir lieu la veille (le vendredi 21 décembre 2012) avait été annulé à cause de conditions météorologiques défavorables à CYSK. En raison des marchandises et des passagers additionnels qu'il fallait transporter à CYSK avant Noël, Keewatin Air a effectué un vol le matin du 22 décembre 2012 et avait nolisé un aéronef de Perimeter pour effectuer un second vol. L'équipage de conduite de Perimeter a appris en soirée, le 21 décembre 2012, qu'il effectuerait le vol PAG993 le lendemain matin.

À son arrivée à l'aéroport, vers 13 h 30 temps universel coordonné (UTC)[5], le commandant de bord a vérifié les conditions météorologiques sur le site Web de NAV CANADA et a déposé un plan de vol auprès du centre d'information de vol (FIC) de Winnipeg. L'heure de départ de ce vol IFR de 3 heures était initialement prévue à 15 h 30 UTC. L'aérodrome de dégagement[6] prévu était à Moosonee (CYMO) (Ontario). Perimeter n'exploite pas de vol régulier vers CYSK. Plusieurs vols nolisés et d'évacuation sanitaire vers des destinations au Nunavut étaient prévus ce jour-là, et le bureau d'établissement des plans de vol et de suivi des vols a manqué de cartes d'approche aux instruments pour le Nunavut. Il a donc été convenu que l'équipage se procurerait un ensemble de cartes aux bureaux de Keewatin Air avant le départ.

---

1 L'aéronef SA227-AC porte également les noms Metro III ou SW4.

2 Se reporter à l'annexe I pour la liste des acronymes et des abréviations.

3 Service aérien de navette (c'est-à-dire un aéronef multimoteurs) d'une masse maximale au décollage certifiée (MMHD) de 8618 kg (19 000 lb) ou moins et dont la configuration prévoit de 10 à 19 sièges inclusivement, sans compter les sièges des pilotes.

4 Perimeter Aviation LP est une filiale d'Exchange Income Corporation (EIC). D'autres sociétés de transport aérien, dont Calm Air, Bearskin Airlines, Keewatin Air, Custom Helicopters et Regional One, sont également des filiales d'EIC.

5 Les heures sont exprimées en temps universel coordonné (UTC) (heure normale du Centre plus 6 heures; heure normale de l'Est plus 5 heures). On utilise l'UTC en raison des multiples fuseaux horaires.

6 Un aérodrome de dégagement désigne un aérodrome vers lequel un aéronef peut se diriger lorsqu'il devient inopportun d'atterrir à la destination ou à l'aérodrome prévu.

Le premier officier (P/O) s'est présenté au travail à 13 h 45 UTC et a inspecté l'aéronef. Il n'y avait aucune trousse de survie à bord; étant donné que les procédures de l'entreprise[7] exigent qu'il y en ait une à bord, on a informé le commandant, et il en a demandé une. Il y avait plusieurs vols prévus vers le Nord ce jour-là, et Perimeter n'avait aucune trousse de survie pour le vol vers CYSK. On a pris des dispositions pour que Keewatin Air fournisse une telle trousse, que l'on a obtenue avant le départ. Durant l'inspection de l'aéronef, on a constaté que le voyant d'alarme de porte cargo non verrouillée demeurait allumé; on en a avisé le service d'entretien, qui a remplacé le contacteur de position de la poignée de porte cargo, et on a remis l'aéronef en service environ 3 heures plus tard.

Une fois les travaux d'entretien achevés, le commandant de bord a de nouveau vérifié les conditions météorologiques réelles, les prévisions à l'aérodrome et pour la région au décollage, en route, à la destination, à l'aérodrome de dégagement et pour le vol de retour (se reporter à la section 1.7 Renseignements météorologiques), et a déposé un nouveau plan de vol, cette fois avec une heure de départ prévue à 19 h 30 UTC. Après avoir circulé au sol depuis l'aire de trafic de Perimeter jusqu'à celle de Keewatin Air, on a chargé des marchandises et du carburant, et les passagers sont montés à bord. En raison de l'embarquement de marchandises additionnelles, l'aéronef a dû transporter moins de carburant. Ainsi, on a opté pour Kuujjuarapik (CYGW) (Québec) comme aérodrome de dégagement, situé à 90 milles marins (nm) au sud-est de CYSK.

Selon le devis de masse et centrage et d'état de charge, la masse au décollage, de CYWG à CYSK, était de 15 993 livres, soit tout juste en dessous de la masse maximale autorisée au décollage de 16 000 livres de cet aéronef. Toutefois, on avait ajouté à bord de l'aéronef 200 livres additionnelles de carburant qui ne figuraient pas sur l'état de charge. À un taux de consommation normale, la quantité de carburant déclarée aurait été suffisante pour un vol de 5 heures. Les 200 livres additionnelles de carburant auraient permis de voler pendant 20 minutes de plus.

Le P/O a donné l'exposé aux passagers montrant la façon de boucler les ceintures de sécurité et l'emplacement des issues de secours. Malgré le fait que la réglementation l'exige, aucun exposé sur la sécurité n'a été donné individuellement à une mère qui voyageait avec son bébé[8]; elle occupait le premier siège à gauche, numéro 1G, voisin de la porte principale. Les sièges n'étaient pas assignés; les passagers pouvaient choisir leur propre siège. On n'a pas demandé à la mère de l'enfant de changer de place.

---

7 Les procédures de l'entreprise (COM 17.3.11) stipulent qu'il doit y avoir une trousse de survie à bord de tout vol au-delà de 66° de latitude dans l'espace aérien non contrôlé ou en dehors des routes désignées. Toutefois, en raison de son emplacement éloigné et de son environnement, Sanikiluaq fait exception à cette règle (trousse de survie exigée), malgré le fait que ce village se situe au sud de 66° de latitude.

8 Perimeter Aviation LP, *Manuel d'exploitation de la compagnie* (COM), paragraphe 10.8.9, Exposé individuel sur les mesures de sécurité, et RAC 724.34 (2).

Le vol PAG993 a débuté à 19 h 39 UTC, 4 heures après l'heure de départ prévue. Le commandant de bord occupait le siège de gauche et il était le pilote qui n'est pas aux commandes (PNF). Le P/O occupait le siège de droite et il était le pilote aux commandes (PF) au départ de CYWG. Peu après le départ, le commandant de bord a constaté qu'ils avaient oublié les cartes d'approche aux instruments pour CYSK.

Le commandant a décidé de ne pas retourner à CYWG pour récupérer les cartes, car cela aurait retardé encore plus le vol et prolongé le temps de service de l'équipage. Il a plutôt communiqué par radio avec un autre pilote de l'entreprise qui lui a fourni les renseignements de la carte pour l'approche aux instruments par radiophare non directionnel (NDB) de la piste 27 à CYSK (annexe A). Les renseignements qu'il a obtenus ne comprenaient ni la direction pour le virage conventionnel ni l'altitude minimale de descente (MDA) (620 pieds au-dessus du niveau de la mer [asl]) pour l'approche indirecte de la piste 09.

Les segments de décollage, de montée et de croisière du vol se sont déroulés sans incident, sauf pour une légère turbulence; l'équipage de conduite a demandé l'autorisation de monter au niveau de vol FL230[9]. Les 2 membres de l'équipage de conduite se sont partagé les tâches de pilotage durant le segment de croisière du vol de 3 heures. C'est seulement juste avant la descente que l'équipage de conduite a vérifié les mises à jour et les prévisions météorologiques aux aéroports de destination et de dégagement.

À 82 nm à l'ouest de CYSK, juste avant d'amorcer la descente, l'équipage a communiqué avec l'observateur/communicateur de la station radio d'aérodrome communautaire (CARS) pour obtenir les plus récentes conditions météorologiques et le compte rendu de l'état de la surface de la piste (RSC) à CYSK. L'équipage a également communiqué avec Québec Radio pour obtenir les conditions météorologiques à CYSK et à CYGW. CYGW, l'aérodrome de dégagement prévu pour ce vol, annonçait des conditions météorologiques pires que celles transmises avant le départ. En raison des mauvaises conditions météorologiques à CYGW, l'équipage a également obtenu celles pour l'aéroport de La Grande Rivière (CYGL) (Québec), situé à 260 nm au sud-sud-est de CYSK.

L'équipage de conduite a discuté de la quantité de carburant qu'il restait à bord et a déterminé qu'il n'en restait pas assez pour atteindre CYGL plus la réserve de carburant exigée[10]; CYGL a donc été écarté comme option d'aéroport de dégagement. Il y avait suffisamment de carburant à bord pour effectuer plusieurs approches à CYSK avant de devoir envisager un déroutement vers CYGW. En raison des conditions météorologiques, on doutait qu'il soit pratique de dérouter le vol vers l'aéroport de dégagement. La piste d'atterrissage à CYSK est en gravier, et les procédures de l'entreprise stipulent que seul le

---

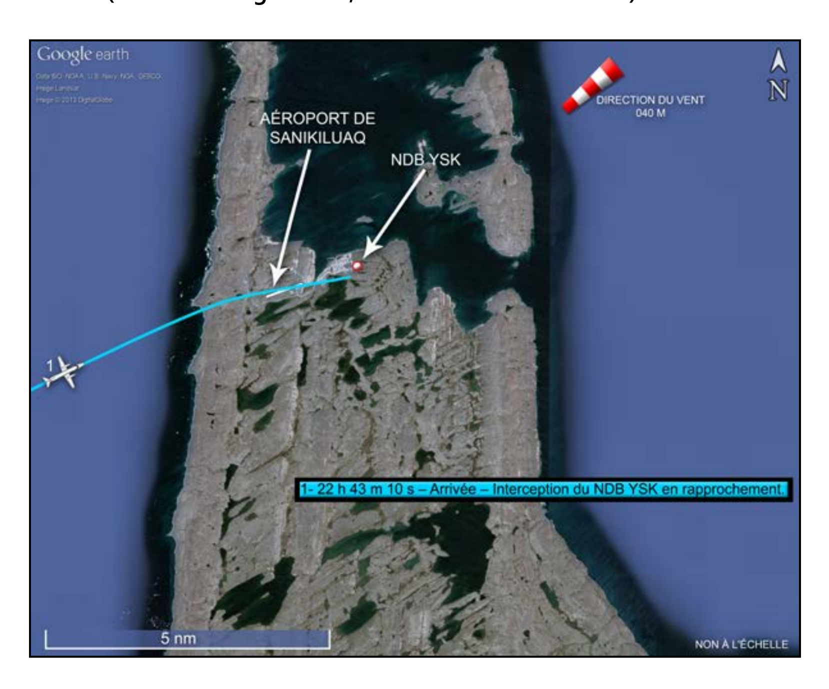
9 Niveau de vol 230, 23 000 pieds au-dessus du niveau moyen de la mer (msl).

10 RAC 602.88 (4) (a) et 704.20 (a) Exigences relatives au carburant en vol IFR.

commandant de bord peut atterrir sur les pistes en gravier[11]; celui-ci a donc assumé les tâches de pilote aux commande (PF). Le P/O était dès lors PNF.

L'annexe B montre toutes les trajectoires de vol durant les tentatives d'atterrissage à CYSK. L'aéronef est arrivé de l'ouest, et le vent soufflait légèrement de la gauche par rapport à la trajectoire d'arrivée. Il n'y a aucune approche aux instruments publiée pour la piste 09 à CYSK. L'équipage projetait de descendre à l'altitude minimale de sécurité (MSA) de 1600 pieds asl et, s'il pouvait apercevoir les environs de la piste d'atterrissage 09, il effectuerait alors une approche visuelle directe vers la piste 09 (figure 1).

Figure 1. Trajectoire approximative d'arrivée à CYSK en provenance de l'ouest (Source : Google Earth, avec annotations du BST)



Sinon, il exécuterait plutôt une approche aux instruments NDB de la piste 27 avec une approche indirecte de la piste 09. L'équipage a fait un exposé pour cette approche, puis a réglé les instruments, les aides à la navigation, le GPS (système mondial de positionnement pour navigation satellite) et les radios nécessaires pour l'approche NDB. L'équipage a fait un exposé d'approche interrompue, soit le cap de piste à la MSA. L'heure d'arrivée prévue à CYSK était 22 h 43 UTC. L'équipage avait l'intention d'exécuter 2 approches avant le déroutement vers l'aéroport de dégagement. L'équipage n'est pas tenu, ni par la réglementation ni par les procédures de l'entreprise, de faire un exposé sur la sécurité aux passagers avant la descente ou l'atterrissage. Néanmoins, avant le décollage, les passagers avaient été informés durant l'exposé sur la sécurité de garder leurs ceintures de sécurité bouclées durant tout le vol.

La vitesse de référence (V_{REF})[12] pour l'approche et l'atterrissage était de 113 nœuds[13] et en tenant compte des rafales, on a calculé une vitesse cible de 118 nœuds au moment de

---

11 Perimeter Aviation LP, *Manuel d'exploitation de la compagnie* (COM) ch. 9, paragraphe 9.15.2.5 Opérations sur les pistes en gravier (704), (Ops Spec 029).

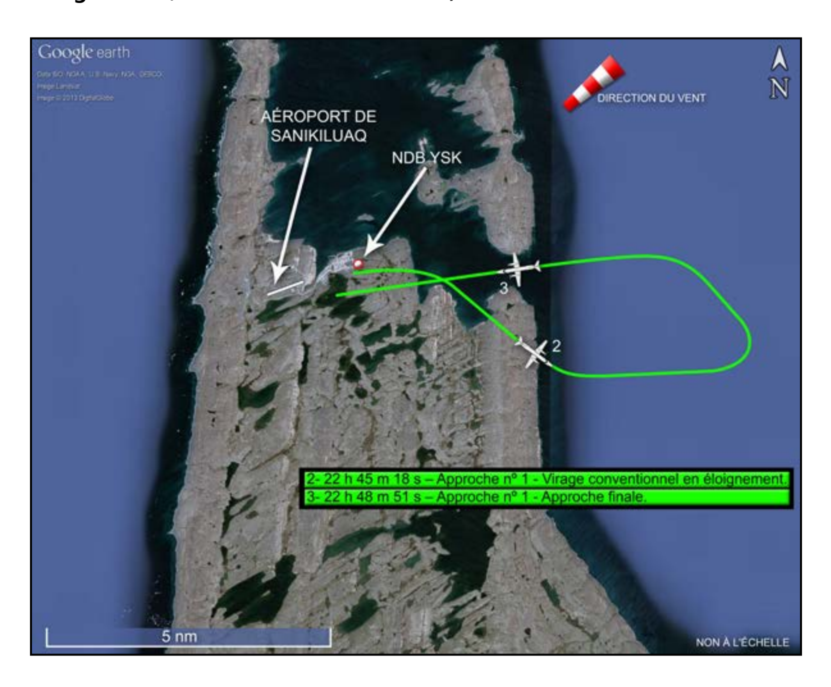
12 V_{REF} égale 1,3 fois la vitesse de décrochage avec pleins volets ou volets partiellement sortis. Vitesse calculée au moment de survoler le seuil de piste.

13 Les vitesses sont exprimées en vitesse indiquée (IAS), à moins d'indication contraire.

survoler le seuil de piste. L'équipage a arrondi ce nombre à 120 nœuds. À 22 h 40 UTC, les conditions météorologiques à CYSK étaient les suivantes : vents du 040° magnétique (M) à 15 nœuds avec rafales à 20 nœuds, altimètre à 29,24 pouces de mercure (in. Hg).

Les environs de la piste pour un atterrissage direct sur la piste 09 n'étaient pas visibles en rapprochement du NDB YSK à une altitude de 1600 pieds asl. Après avoir survolé le NDB YSK à 22 h 44 UTC, l'aéronef a fait route en éloignement pour effectuer la manœuvre complète de virage conventionnel vers l'approche NDB de la piste 27 (figure 2). D'après les cartes publiées, le virage conventionnel doit avoir lieu au nord de l'axe d'approche à 1400 pieds asl.

Figure 2. Trajectoire approximative de la première approche (Source : Google Earth, avec annotations du BST)



La MSA publiée est de 1600 pieds asl. L'équipage de conduite a fait le virage conventionnel à une altitude indiquée de 1600 pieds, mais au sud de l'axe d'approche. D'après l'article 602.127 (1) du RAC, « …le commandant de bord d'un aéronef IFR doit, lorsqu'il effectue une approche à un aérodrome ou à une piste, s'assurer qu'elle est effectuée conformément à la procédure d'approche aux instruments ».

L'équipage a aperçu les lumières du village, situé à tout juste 0,6 nm à l'est de l'aéroport, au moment où l'aéronef était en approche finale, mais il ne voyait pas les environs de la piste. Le contact visuel avec les environs de la piste a été établi à environ 0,6 nm du seuil de la piste 27 à l'altitude indiquée[14] de 600 pieds. La MDA[15] publiée est de 560 pieds asl; l'équipage n'avait pas obtenu l'altitude minimale d'approche indirecte publiée de 620 pieds asl et ne l'a donc pas utilisée. L'équipage a amorcé une approche indirecte vers la gauche en direction de la piste 09. L'aéronef est descendu à une altitude indiquée d'environ 500 pieds. Trente secondes plus tard, à 22 h 51 UTC, l'équipage a perdu le contact visuel avec

---

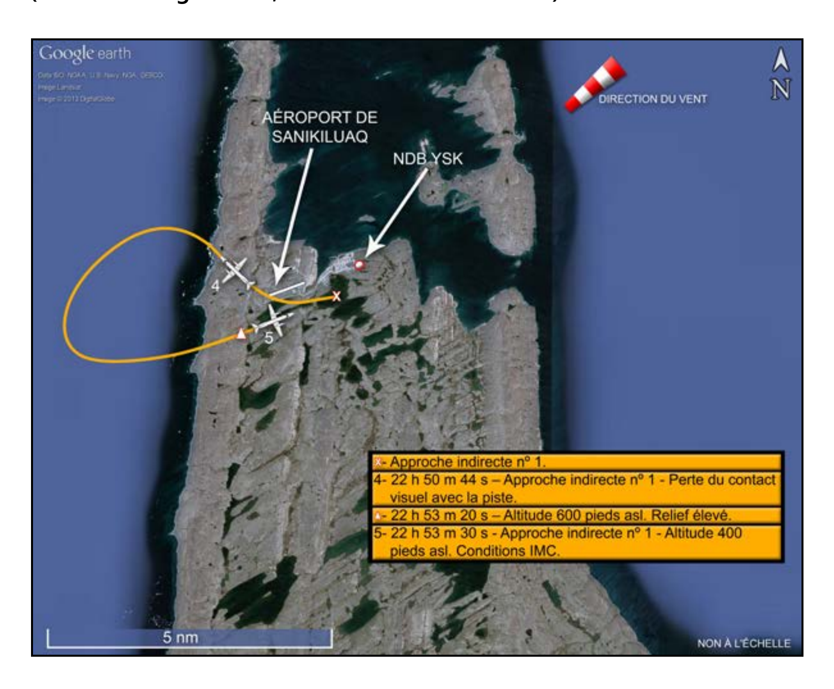
14 L'altitude indiquée est l'altitude au-dessus du niveau de la mer (asl) qu'on lit directement sur un altimètre étalonné en fonction de la pression barométrique vraie.

15 L'altitude minimale de descente (MDA) est une altitude précise par rapport au niveau de la mer pour une approche de non-précision et sous laquelle on ne doit pas descendre tant que l'on n'a pas établi la référence visuelle pour continuer l'approche en vue d'atterrir.

le sol et a poursuivi la manœuvre d'approche indirecte[16] dans des conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC). L'équipage n'a ni annoncé ni amorcé une remise des gaz[17] et n'a pas suivi la procédure d'approche interrompue publiée.

À 22 h 53 UTC, durant l'approche indirecte dans des conditions IMC, l'aéronef est descendu à une altitude indiquée de 400 pieds, à une vitesse de 140 nœuds. Le vent poussait l'aéronef vers le sud de l'axe de la piste 09 dans une zone au sud-ouest de celle-ci où l'élévation du relief est de 223 pieds asl, soit une hauteur de 155 pieds au dessus du sol (agl) lorsque l'on applique la correction en raison du temps froid (figure 3)[18].

Figure 3. Trajectoire approximative de la première approche indirecte (Source : Google Earth, avec annotations du BST)



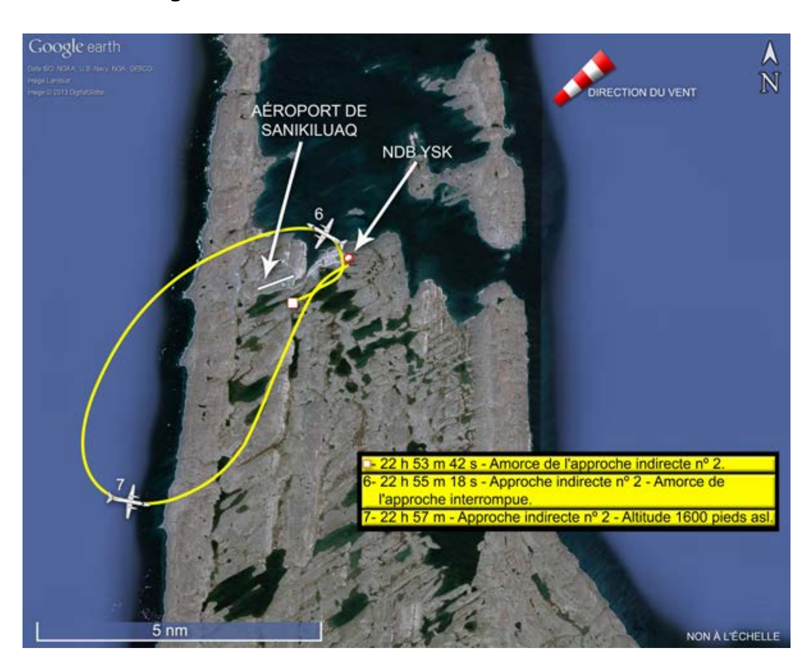
---

16 L'approche indirecte est une procédure de vol aux instruments (IFR) que l'on effectue, après une approche aux instruments à une piste, en manœuvrant visuellement l'aéronef en position pour atterrir sur une autre piste. On doit maintenir le contact visuel avec les environs de la piste durant la manœuvre d'approche indirecte. L'altitude minimale de descente (MDA) prévoit une marge de franchissement d'obstacles de 300 pieds à l'intérieur de l'aire de manœuvre à vue.

17 Remise des gaz : transition de l'approche à la montée stabilisée.

18 400 pieds au-dessus du niveau de la mer (asl) – altitude du relief de 223 pieds = 177 pieds au-dessus du niveau du sol (agl). En appliquant la correction en raison du temps froid, l'altitude vraie au-dessus du niveau du sol était de 155 pieds agl. L'information sur le relief est également disponible dans le *Supplément de vol* - Canada (CFS).

Figure 4. Trajectoire approximative de la deuxième approche indirecte (Source : Google Earth, avec annotations du BST)



Lorsque l’aéronef s’est trouvé par le travers et au sud de la piste, l’équipage a de nouveau aperçu la piste, mais n’était pas en position pour atterrir sur la piste 09. Au début, l’équipage a amorcé une deuxième manœuvre d’approche indirecte de la piste 09 (annexe B). Durant le virage vers la gauche, l’équipage a de nouveau perdu le contact visuel avec la piste. À 22 h 55 UTC, l’équipage a amorcé une approche interrompue au nord de la piste. Toutefois, il n’a pas suivi la procédure d’approche interrompue publiée (annexe A)[19]. À 2 reprises à intervalle très rapproché durant cette manœuvre, le P/O a annoncé au commandant de bord que la MSA était de 1600 pieds. Le commandant a répondu 1500 pieds, et aucune correction n’a été faite; le P/O n’a pas corrigé cette erreur. L’aéronef a continué son approche indirecte en virage à gauche et sa montée vers le NDB (figure 4).

Cette fois-ci, l’objectif était d’exécuter une deuxième approche NDB de la piste 27 dans l’intention d’atterrir sur cette piste.

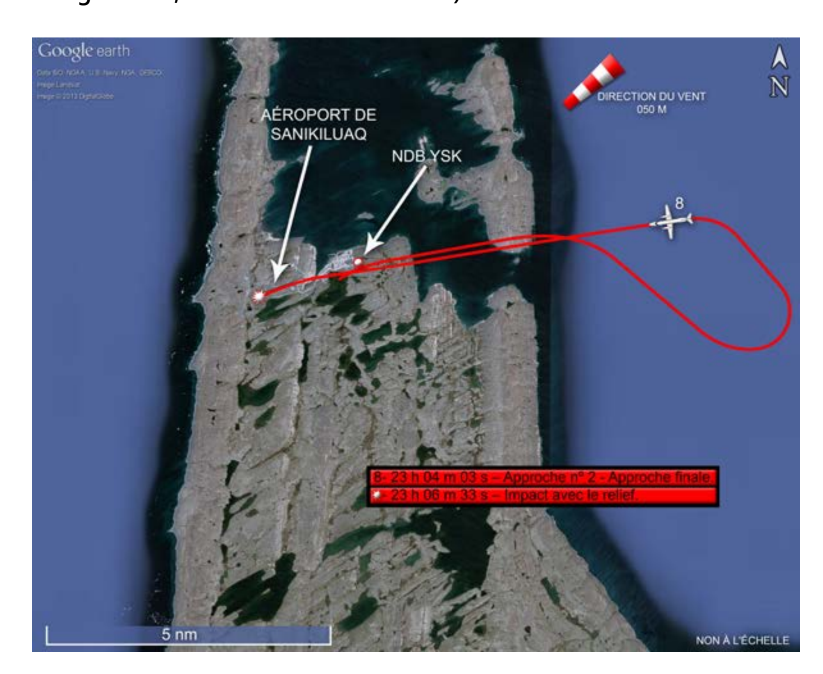
Le commandant a indiqué qu’il s’agirait de la dernière tentative d’atterrissage à CYSK. En cas d’échec, l’aéronef ferait alors route vers l’aérodrome de dégagement prévu, CYGW, à environ 30 minutes de CYSK. À ce moment, il restait 1000 livres de carburant à bord de l’aéronef, une quantité suffisante pour environ 1,6 heure de vol. L’équipage a de nouveau effectué la manœuvre complète de virage conventionnel du côté opposé à celui de la procédure publiée, cette fois-ci à une altitude indiquée de 1500 pieds (1389 pieds asl après correction en raison du temps froid), soit 211 pieds en dessous de la MSA publiée de 1600 pieds asl (figure 5).

---

19 La procédure d’approche interrompue publiée pour le radiophare non directionnel (NDB) de la piste 27 à CYSK indique de monter à 1600 pieds en suivant une route à 278°, puis de retourner au NDB YSK.

À 22 h 59 UTC, le P/O a communiqué par radio avec le CARS de CYSK pour obtenir une mise à jour sur la condition des vents; les vents soufflaient du 050 °M à 15 nœuds avec rafales à 20 nœuds, altimètre à 29,23 in. Hg. Dans de telles conditions, l'atterrissage sur la piste 27 aurait donné lieu à un vent traversier de 11 nœuds avec une composante vent arrière de 14 nœuds. Les calculs de performance d'atterrissage de l'aéronef sont basés sur une composante vent arrière maximale de 10 nœuds[20].

Figure 5. Trajectoire approximative de la deuxième approche (Source : Google Earth, avec annotations du BST)



Pour cette approche, l'équipage s'est servi du GPS pour effectuer l'approche de recouvrement NDB de la piste 27 (GNSS)[21] pour naviguer vers l'aéroport. Le GPS était réglé pour naviguer jusqu'au point de référence de l'aéroport, situé au centre de la piste, afin de fournir à l'équipage la distance approximative entre l'aéronef et le seuil de la piste 27 et une tenue d'axe plus précise jusqu'à l'aéroport (annexe C).

La vérification avant atterrissage a été faite avant d'intercepter la trajectoire d'approche finale de la piste 27. À 23 h 2 min 36 s UTC, le P/O a fait un compte rendu de position de l'aéronef comme étant en virage conventionnel en rapprochement. L'observateur/communicateur CARS a accusé réception du compte rendu de position et a communiqué les renseignements relatifs aux vents et à la visibilité (1,5 mille terrestre [sm]). L'aéronef se trouvait à une altitude indiquée de 400 pieds, à 3 nm de l'aéroport, à 197 pieds sous la MDA publiée, et l'équipage n'avait pas établi le contact visuel avec les références requises[22].

---

20 Manuel de vol de l'aéronef (AFM) SA227-AC, section 4B-17 8AC.

21 GNSS : système mondial de navigation par satellite; terme générique standard pour les systèmes de navigation par satellite qui fournissent le positionnement géospatial de façon autonome avec une couverture mondiale, p. ex., la navigation GPS.

22 Selon l'article 602.128 (2) (b) du RAC : « À moins que la référence visuelle requise qui est nécessaire pour poursuivre l'approche en vue d'un atterrissage n'ait été établie, il est interdit au commandant de bord d'un aéronef IFR, dans le cas d'une approche de non-précision, de descendre au-dessous de l'altitude minimale de descente ».

À 23 h 5 min 57 s UTC, l'équipage a établi le contact visuel avec la piste à une altitude indiquée de 400 pieds, tout juste après le point d'approche interrompue (MAP), à environ 0,7 nm du seuil de la piste 27. L'équipage a sélectionné pleins volets pour l'atterrissage, a réduit la puissance au ralenti, et a amorcé la descente à 23 h 6 min 7 s UTC. La vitesse était alors de 140 nœuds (annexe D).

Le dispositif avertisseur de proximité du sol (GPWS) a généré un avertissement SINK RATE (TAUX DE DESCENTE) à 23 h 6 min 11 s UTC lorsque le taux de descente a dépassé 1500 pieds par minute (pi/min), suivi d'un avertissement PULL UP (REMONTEZ) à 23 h 6 min 13 s UTC lorsque le taux de descente a dépassé 1800 pi/min. L'avertissement PULL UP-PULL UP a retenti 3 fois durant une période de 4 secondes. Le premier a retenti lorsque l'aéronef se trouvait à environ 200 pieds du seuil de piste, au moment où il volait à une hauteur d'environ 180 pieds agl et à une vitesse de 145 nœuds (vitesse sol d'environ 159 nœuds). Le dernier avertissement a retenti à 23 h 6 min 17 s UTC, environ 900 pieds au-delà du seuil de piste et à environ 60 pieds agl. Le taux de descente élevé a diminué au-dessus de la piste. À 23 h 6 min 21 s UTC, l'aéronef a franchi la mi-piste dans une assiette en cabré à une hauteur d'environ 20 à 50 pieds agl et à une vitesse de 125 nœuds, soit une vitesse sol approximative de 135 nœuds. Deux secondes plus tard, le commandant de bord a annoncé une remise des gaz, l'équipage a augmenté la puissance moteur, a rentré le train d'atterrissage et a réglé les volets à la position ¼. À ce moment, l'aéronef se trouvait à environ 2300 pieds au-delà du seuil de la piste 27.

À 23 h 6 min 29 s UTC, le P/O a annoncé une vitesse de 105 nœuds[23]. À 23 h 6 min 33 s UTC, l'aéronef est entré en collision avec le relief au-delà de l'extrémité de départ de la piste 27, et au sud de l'axe de piste. L'aéronef a continué de glisser en se déportant vers la droite, avant de s'immobiliser en pointant vers l'est. Le P/O a mis en œuvre l'évacuation. On a utilisé l'issue de secours avant sur l'aile droite pour évacuer l'aéronef. Le commandant a transmis un appel de détresse sur la fréquence radio de CYSK. Des employés de l'aéroport, proches parents et autres résidents du village qui attendaient l'arrivée de l'aéronef ont immédiatement répondu à l'événement. Tous les occupants ont été transportés au centre de soins de santé communautaire. L'intervention rapide des personnes au sol a réduit l'exposition aux éléments des passagers et de l'équipage de conduite. L'équipage a été transporté par aéronef à Winnipeg le lendemain pour y recevoir des soins médicaux.

---

[23] La vitesse de montée cible indiquée dans le document *SA227 Perimeter Standard Operating Procedures* (procédures d'utilisation normalisées de Perimeter pour le SA227) est de 140 nœuds. Toutefois, la vitesse de montée cible moyenne du Metro III, selon la masse de l'aéronef, mais pour la plupart des masses, est d'environ 110 nœuds.

1.2 *Tués et blessés*

Tableau 1. Tués et blessés

	Équipage	Passagers	Autres	Total
Tués	-	1	–	1
Blessés graves	2	1	–	3
Blessés légers / Indemnes	–	5	–	5
Total	2	7	–	9

1.3 *Dommages à l'aéronef*

Les trappes des 3 compartiments de train d'atterrissage étaient ouvertes au moment de l'impact et se sont arrachées, ce qui indique que les trains étaient en transition lorsque l'aéronef a heurté le sol, mais pas encore complètement rentrés et verrouillés. Le train principal droit et le train avant ont été arrachés lors de l'impact avec le sol. Le train principal gauche a été trouvé rentré à l'intérieur du logement de train, mais les pneus étaient entaillés et endommagés; durant le fonctionnement normal, le train principal gauche se rétracte un peu avant le train droit. Le levier de commande de train à l'intérieur du poste de pilotage était en position UP (RENTRÉ).

Les 2 hélices ont été arrachées des arbres porte-hélices des moteurs tout près du point de premier impact; les pales d'hélice étaient lourdement déformées et plusieurs d'entre elles s'étaient séparées des moyeux d'hélice. Les dommages occasionnés aux hélices indiquent que les 2 moteurs tournaient à puissance élevée au moment de l'impact.

Photo 1. Épave de l'aéronef (Source : Gendarmerie royale du Canada)



Le revêtement de la partie inférieure du fuselage et la surface inférieure des moteurs ont été entaillés et déchirés durant la glissade sur le sol coupant et rocailleux, ce qui a exposé des faisceaux de fils, des conduites, de l'isolant et des circuits, et déformé le plancher. Le fuselage s'est fracturé à la cloison de pressurisation avant et près de la soute arrière, sous l'arête dorsale. De la neige et du gravier ont envahi le plancher du poste de pilotage par des fentes dans le plancher et le

fuselage. Les 2 ailes sont demeurées attachées au fuselage, mais ont été lourdement endommagées. Il n'y a pas eu d'incendie après impact (photo 1).

Il n'y avait aucune indication que les commandes de vol aient été endommagées avant l'impact. Les volets se trouvaient à peu près dans la position ¼, ce qui correspondait à la position du levier de commande volet à l'intérieur du poste de pilotage. Les volets ne semblaient pas endommagés.

1.4 Autres dommages

Outre un déversement d'huile mineur provenant des moteurs, il n'y a pas eu de dommages à la propriété ou à l'environnement.

1.5 Renseignements sur le personnel

1.5.1 Équipage de conduite

1.5.1.1 Généralités

Les dossiers indiquent que les 2 pilotes possédaient les licences et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol, conformément à la réglementation en vigueur.

Tableau 2. Renseignements sur l'équipage de conduite

	Commandant de bord	***Premier officier***
Licence de pilote	Licence de pilote de ligne (ATPL)	Licence de pilote professionnel (CPL)
Date d'expiration du certificat médical	1er avril 2013	1er mai 2013
Nombre total d'heures de vol	5700	1250
Heures de vol sur type	2330	950
Heures de vol au cours des 7 derniers jours	18	14
Heures de vol au cours des 30 derniers jours	63	45
Heures de vol au cours des 90 derniers jours	144	153
Heures de vol sur type au cours des 90 derniers jours	144	153
Heures de service avant l'événement	9,5	9,5
Heures hors service avant la période de travail	48	9,5

1.5.1.2 Commandant de bord

Le commandant de bord était entré au service de Perimeter en mai 2006, d'abord à titre de premier officier (P/O) pour le Fairchild SA226-AC Metro II et le Fairchild SA227-AC Metro III. En avril 2007, il a été promu au rang de commandant de bord pour le Metro II, puis pour le Metro III en janvier 2008. En août 2008, il a accepté un poste de P/O au service d'un important transporteur aérien à l'étranger pour piloter des gros-porteurs réactés. En mars 2009, le commandant a piloté de gros turbopropulseurs pour le compte d'un exploitant

canadien en vertu de la sous-partie 705, d'abord à titre de P/O, puis de commandant. En juin 2011, il a été P/O de gros-porteurs réactés pour le compte d'un autre transporteur aérien canadien. Son départ de cette compagnie aérienne est survenu subitement dans le cadre de mises à pied d'équipages de conduite. En octobre 2012, le commandant est retourné à Perimeter à titre de commandant de bord pour le Metro III.

Durant ses années de services antérieures à Perimeter, le commandant avait acquis de l'expérience du pilotage dans le Nord. Depuis sa réembauche, il avait effectué 2 vols à destination de CYSK avant le jour de l'événement, une fois de jour et une fois de nuit. Ces 2 vols s'étaient déroulés dans des conditions météorologiques de vol à vue (VMC). À titre de commandant, il était autorisé à atterrir sur des pistes en gravier.

Durant la période de 7 jours qui a précédé l'événement, le commandant avait effectué 18,0 heures de vol au total et avait accumulé 34,4 heures de temps de service. Il était en congé durant les 2 jours précédant le 22 décembre. Il avait passablement bien dormi la veille de sa prise de service; il s'était réveillé une fois et avait mis 1,5 heure pour se rendormir, mais il y était néanmoins parvenu. Il se sentait reposé avant de prendre son service. Il avait été en service pendant environ 9,5 heures lorsque l'événement est survenu.

Le temps de service total prévu au départ, y compris le voyage de retour, aurait normalement duré environ 9,5 heures. À cause des retards, le temps de service de l'équipage de conduite a été prolongé. Si le vol retardé avait atterri sans incident à CYSK avant de rentrer à Winnipeg comme prévu, le temps de service des 2 membres d'équipage aurait été d'environ 14 heures[24].

1.5.1.3 Premier officier

Le premier officier (P/O) est entré au service de Perimeter comme employé d'aire de trafic pendant qu'il achevait ses qualifications pour aéronefs multimoteurs et de vol aux instruments. Il a commencé sa carrière comme P/O sur le Metro III en juillet 2011. Le P/O avait effectué un vol à destination de CYSK une seule fois, l'été précédent, de jour et dans des conditions VMC. À titre de P/O, il n'était pas autorisé à atterrir sur des pistes en gravier. Durant les 72 heures précédant l'événement, le P/O avait été en congé pendant 48 heures, après quoi il avait fait une période de service en vol de 12,3 heures, y compris 7,0 heures de vol, le jour précédant l'événement. Il avait été en congé pendant environ 9,5 heures avant de

---

24 Article 700.16 du *Règlement de l'aviation canadien* RAC et *Manuel d'exploitation de la compagnie*, ch. 8, section 8.6.7; il est interdit à l'exploitant aérien d'assigner du temps de service de vol à un membre d'équipage de conduite assujetti à la sous-partie 704 du RAC, et à un membre d'équipage de conduite d'accepter une telle assignation, s'il doit en résulter que le temps de service de vol de ce membre d'équipage de conduite dépassera 14 heures consécutives en 24 heures consécutives. Le temps de vol et le temps de service en vol maximal peuvent être prolongés jusqu'à un maximum de 3 heures consécutives si le vol est prolongé en cas de « *circonstances opérationnelles imprévues* ». Si moins de 9 places avaient été offertes, le vol de retour aurait pu se dérouler en vertu de la sous-partie 703 du RAC, auquel cas le temps de service en vol maximal est de 15 heures en 24 heures consécutives.

se présenter au travail le matin du 22 décembre. Il avait bien dormi la veille et se sentait reposé pour le vol. Il avait été en service pendant environ 9,5 heures lorsque l'événement est survenu.

C'était la première fois que le P/O et le commandant volaient ensemble.

1.5.2 Observateur/communicateur de la station radio d'aérodrome communautaire

L'observateur/communicateur CARS en service à CYSK avait été embauché en décembre 1999. La formation de revalidation a lieu tous les 3 ans; sa dernière formation de revalidation remontait à février 2010. Sa prochaine formation de revalidation devait avoir lieu en février 2013. Au moment de l'événement, il y avait 1 observateur/communicateur CARS en service à CYSK, conformément aux exigences.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

1.6.1 Généralités

L'aéronef comptait 2 moteurs Garrett et 2 hélices McCauley quadripales. Il s'agit d'un aéronef pressurisé construit d'abord par Swearingen Aircraft et plus tard par Fairchild. M7 Aerospace, qui fait partie d'Elbit Systems of America, est l'actuel détenteur du certificat de type du SA227-AC Metro III. L'aéronef C-GFWX a été importé au Canada en 1998. Perimeter en a fait l'acquisition en 2005.

Tableau 3. Renseignements sur l'aéronef

Constructeur	Fairchild Aircraft Corporation
Type et modèle	SA227-AC Metro III
Année de construction	1985
Numéro de série	AC 650 B
Date d'émission du certificat de navigabilité	7 avril 2003
Date d'émission du certificat d'immatriculation	19 août 2009
Nombre total d'heures de vol cellule	32 982 heures
Type de moteur (nombre de moteurs)	Garrett TPE 331-11U-612G (2)
Masse maximale autorisée au décollage	16 000 livres

Les dossiers indiquent que l'aéronef en cause était homologué, équipé et entretenu conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées. La masse et le centre de gravité de l'aéronef étaient en deçà des limites prescrites au moment de

l'événement. L'aéronef C-GFWX n'était pas muni d'un pilote automatique, et la réglementation en vigueur ne l'exigeait pas[25].

On n'a signalé aucune difficulté technique concernant l'aéronef durant le vol, ni d'alerte ni de voyant d'alarme pour indiquer une anomalie ou une panne d'un système de bord.

1.6.2 Article de la liste minimale d'équipements

L'ordinateur de limitation du régime maximal (SRL) du moteur droit ne fonctionnait pas normalement; cette anomalie avait été consignée dans le carnet de bord de l'aéronef, conformément aux exigences de la liste minimale d'équipements (LME)[26]. On avait installé une plaquette sur le tableau de bord à côté des indicateurs de température des gaz d'échappement (EGT) et de couple du moteur de droite. Ce SRL inopérant n'avait aucune incidence sur le fonctionnement normal du moteur, étant donné la température froide le jour de l'événement. Conformément à la politique relative à la LME, la correction du problème de SRL pouvait être différée jusqu'à minuit, heure locale, le 22 décembre 2012 (0600 UTC le 23 décembre); le personnel d'entretien devait alors corriger cette anomalie.

L'autre article de la LME était l'éclairage du bus essentiel de gauche. Une plaquette relative à cette anomalie avait été placée à côté de l'interrupteur, et les entrées d'usage avaient été faites dans le carnet de bord. Ce système inopérant n'a eu aucune incidence sur la performance de l'aéronef durant le vol.

1.6.3 Altimètres

La Norme 625, Appendice C du RAC exige l'étalonnage des dispositifs indicateurs d'altitude et des transpondeurs de contrôle de la circulation aérienne (ATC) à des intervalles d'au plus 24 mois. Le dernier étalonnage de l'altimètre du commandant de bord remontait au 25 février 2011, et ce dispositif avait été installé le 28 février 2011. Le dernier étalonnage de l'altimètre du P/O remontait au 16 août 2011, et son installation avait eu lieu le 7 août 2012. Les transpondeurs ATC avaient été étalonnés le 16 décembre 2012.

Les altimètres ont été retrouvés sur les lieux de l'accident, et les échelles de pression barométrique des 2 dispositifs étaient réglées à 29,24 in. Hg. L'altimètre de gauche indiquait 90 pieds asl. Le mécanisme indicateur de l'altimètre de droite était brisé par suite des forces d'impact.

Les altimètres barométriques sont étalonnés pour indiquer l'altitude vraie dans des conditions d'atmosphère type internationale (ISA). Tout écart par rapport à l'ISA entraîne une lecture erronée de l'altimètre. Si, par exemple, la température extérieure est inférieure à celle de l'ISA, l'altitude vraie est inférieure à celle indiquée. L'erreur de lecture d'un altimètre

---

25 La sous-partie 704 du RAC, Service aérien commercial, n'exige pas l'installation d'un pilote automatique pour les opérations aériennes de ce type lorsqu'elles sont menées par 2 pilotes.

26 Perimeter SA-227 Liste minimale d'équipements révision 2, 31 décembre 2011, ATA 77-02-1.

peut être importante et elle devient extrêmement grave lorsqu’il est question de la marge de franchissement d’obstacles à température très basse. C’est pourquoi des corrections pour temps froid devraient être ajoutées aux altitudes publiées sur les cartes d’approches aux instruments; pourtant, la réglementation ne l’exige pas. Selon le *Manuel d’information aéronautique* (AIM), à des fins pratiques dans le cadre opérationnel, la correction de température doit être appliquée lorsque sa valeur dépasse 20 % de l’altitude minimale pertinente requise pour le franchissement d’obstacles[27].

Le tableau de correction des altitudes qui figure dans les pages de généralités du *Canada Air Pilot* (CAP GEN) montre que des erreurs de lecture d’altimètre à cause de températures froides peuvent survenir à 0 °C ou moins. Comme la température de surface était de −5 °C, une correction aurait dû être apportée aux altitudes énoncées dans les procédures publiées. L’équipage de conduite aurait dû apporter une correction à la hausse de 119 pieds à l’altitude secteur publiée, de 103 pieds à l’altitude minimale publiée pour le virage conventionnel, et de 37 pieds à l’altitude minimale de descente (MDA) pour l’approche NDB de la piste 27, étant donné qu’il s’agit de la MDA utilisée.

Comme l’équipage a fait le virage conventionnel du côté opposé à celui publié et à l’extérieur de l’espace aérien protégé, il aurait dû utiliser la MSA de 1600 pieds asl corrigée. En ajoutant la correction nécessaire pour temps froid, c’est à une altitude de 1719 pieds que le virage conventionnel aurait dû être fait. La MDA de 560 pieds asl, après correction, donne une altitude indiquée de 597 pieds. L’équipage a appliqué la correction requise pour température froide uniquement à la MDA publiée pour l’approche NDB de la piste 27, valeur qu’il a arrondie à 600 pieds asl; la MDA de l’approche indirecte de 620 pieds, que l’équipage n’avait pas obtenue, n’a pas été utilisée.

L’aéronef était également muni d’un radioaltimètre qui indique la hauteur au-dessus du niveau du sol (agl). Il se trouve dans le coin inférieur gauche du tableau de bord, à côté du genou gauche du commandant de bord et hors du champ de vision du P/O. La formation sur le GPWS ainsi que la formation en vol comprennent l’utilisation du radioaltimètre. On indique aux équipages de conduite de régler ce dispositif à la hauteur de « vol en palier » au décollage, puis aux minima d’approche MDA/DH (altitude minimale de descente / altitude de décision)[28] lors d’une approche aux instruments. L’examen du radioaltimètre après l’événement a révélé que l’indicateur de réglage (curseur) était réglé sur 490 pieds agl, ce qui correspond à 600 pieds asl.

---

27 Transports Canada, *Manuel d’information aéronautique*, section RAC 9.17.1, page 307.

28 La hauteur de décision est la hauteur de l’altitude de décision par rapport à l’élévation de la zone de posé ou du seuil de piste. L’altitude de décision est l’altitude indiquée pour la manœuvre d’approche de précision ou la manœuvre d’approche par système de guidage vertical et à laquelle on doit amorcer la manœuvre d’approche interrompue si l’on ne voit pas le repère visuel requis pour continuer l’approche en vue d’atterrir. NAV CANADA CAP GEN, *Canada Air Pilot*, Instrument Procedures, p. 9.

1.6.4 Dispositifs d'avertissement d'impact

Depuis le 4 juillet 2012, le RAC[29] exige que les aéronefs construits à partir de cette date soient munis d'un système d'avertissement et d'alarme d'impact (TAWS). Les aéronefs construits avant le 4 juillet 2012 ont dû se conformer à ce règlement à compter du 4 juillet 2014.

L'aéronef en cause avait été muni d'un dispositif avertisseur de proximité du sol (GPWS) Sunstrand Mark VI[30] avant que Perimeter en fasse l'acquisition en 2005. Ce GPWS génère des alarmes et des avertissements pour prévenir les collisions par inadvertance avec le relief. Il surveille également la configuration de l'aéronef et génère des avertissements lorsque l'aéronef présente une configuration d'atterrissage non standard; il ne satisfaisait cependant pas aux nouvelles exigences en matière de TAWS. Perimeter avait commencé la mise à niveau de sa flotte d'aéronefs pour se conformer aux nouvelles règles relatives aux TAWS.

Un des modes du dispositif GPWS Mark VI permet de faire des annonces facultatives. L'une de ces annonces facultatives est l'annonce « MINIMUMS-MINIMUMS ». Lorsque l'aéronef descend jusqu'à la hauteur réglée au radioaltimètre, le dispositif génère l'annonce MINIMUMS-MINIMUMS. Le dispositif GPWS a généré cette annonce durant les 2 approches et durant les 2 manœuvres d'approche indirecte.

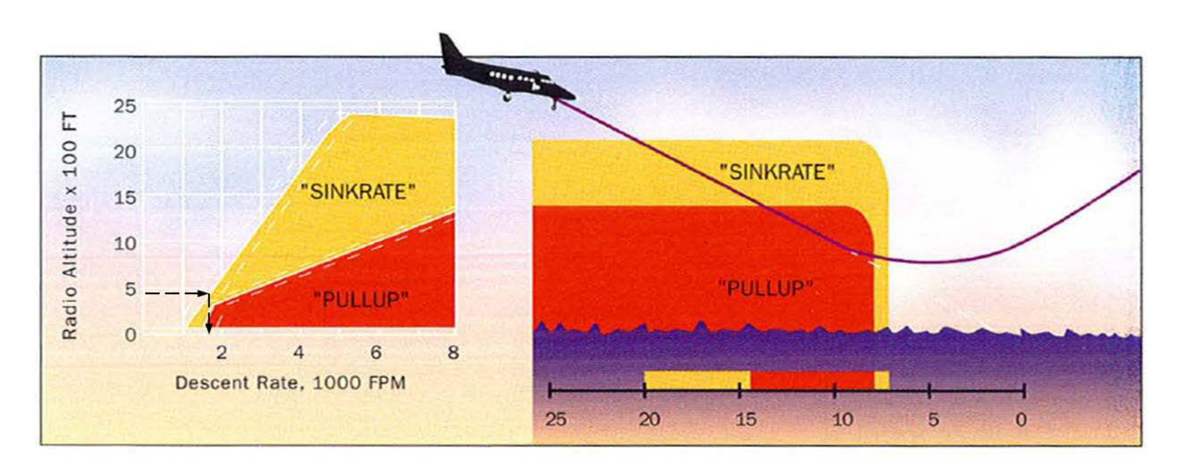
Un autre des modes de ce dispositif GPWS génère des alarmes et des avertissements en cas de taux de descente excessif par rapport au relief. Ce mode s'active lorsque l'aéronef descend sous les 2450 pieds agl. Le système surveille la hauteur radioaltimétrique et le taux de descente. Une alarme, par exemple SINK RATE (TAUX DE DESCENTE), exige une mesure corrective, tandis qu'un avertissement, par exemple PULL UP (REMONTEZ), exige de l'équipage de conduite qu'il exécute les manœuvres Pull-Up In-flight Warning (avertissement de cabrage en vol). Le schéma à la figure 6 montre les 2 enveloppes de protection.

---

[29] Transports Canada, *Circulaire d'information* (CI) n° 600-003, Réglementation relative aux systèmes d'avertissement et d'alarme d'impact.

[30] Honeywell Aerospace, n^o de pièce 965-0686-001.

Figure 6. Schéma d'avertissement du dispositif avertisseur de proximité du sol (Source : Honeywell MK VI Warning System GPWS Pilot Guide, p. 6, disponible en anglais seulement)



Lorsque l'aéronef pénètre l'enveloppe extérieure (en jaune dans le tableau), le dispositif déclenche l'alarme SINK RATE toutes les 3 secondes et le voyant d'alarme rouge GPWS s'allume. Dès que l'aéronef quitte l'enveloppe d'alerte, l'alarme vocale cesse et le voyant d'alarme rouge s'éteint. À mesure que diminue la hauteur par rapport au sol, le taux de descente requis pour déclencher une alarme ou un avertissement diminue également.

Lorsque l'aéronef pénètre l'enveloppe intérieure (en rouge dans le schéma), le dispositif déclenche un avertissement vocal urgent et continu PULL UP, et le voyant d'alarme rouge GPWS s'allume. Dès que l'aéronef quitte l'enveloppe d'alerte, l'avertissement vocal cesse et le voyant d'alarme rouge s'éteint. Le système peut toujours sonner l'alarme SINK RATE si l'aéronef ne quitte pas également l'enveloppe extérieure durant la récupération.

Comme dans l'exemple du schéma, si l'aéronef descend à 2000 pieds agl, un taux de descente d'environ 4400 pi/min déclencherait l'alarme SINK RATE, alors qu'un taux de descente de seulement 1800 pi/min suffirait pour déclencher la même alarme à 500 pieds agl.

1.6.5 Système de positionnement mondial

L'aéronef était muni d'un dispositif GPS Bendix/King KLN 90B. Ce type de dispositif GPS n'enregistre aucune donnée de trajectoire. Par conséquent, ce dispositif n'a fait l'objet d'aucun autre examen. Le dispositif GPS KLN 90B satisfait à la norme technique TSO C129[31] de la Federal Aviation Administration (FAA) et il est homologué pour la navigation en route, en région terminale et d'atterrissage avec approche de non-précision aux instruments. L'exploitant avait les spécifications d'exploitation (Ops Spec)[32] nécessaires pour que l'équipage effectue des approches GPS au moyen de ce type de dispositif.

---

31 Federal Aviation Administration (FAA) TSO-C129, daté 1992-10-12 *Airborne Supplemental Navigation Equipment Using the Global Positioning System (GPS)*.

32 Operations Specification (Ops Spec), Part IV, nº 100, Approches aux instruments IFR - Système mondial de positionnement (GPS).

1.6.6 Système de surveillance de vol SkyTrax de Guardian Mobility

L'aéronef était muni d'un système de surveillance de vol SkyTrax Guardian 3 Globalstar fabriqué par Guardian Mobility. Le système embarqué transmet la position GPS de l'aéronef au serveur toutes les 6 minutes.

L'information récupérée concernant le vol en cause indiquait que l'appareil avait commencé à transmettre des données de position à 19 h 33 UTC, au début du vol. Les dernières données de position ont été enregistrées à 23 h 1 UTC, environ 5 minutes avant l'événement.

1.7 Renseignements météorologiques

1.7.1 Renseignements météorologiques avant le vol

Aux fins de la planification avant vol, les pilotes consultent les messages d'observation météorologique régulière pour l'aviation (METAR), les prévisions d'aérodrome (TAF) et les prévisions de zone graphique (GFA). Dans le cas d'aéroports pour lesquels il n'y a pas de TAF, les pilotes consultent seulement les METAR et les GFA. Les TAF servent à communiquer les conditions météorologiques pour les opérations aériennes à l'intérieur d'un rayon de 5 nm à partir du centre de la piste. On les prépare 4 fois par jour, et ils couvrent des périodes de 12 à 24 heures. Les GFA consistent en une série de cartes météorologiques (6 cartes) mises à jour sur une base temporelle, chacune décrivant les conditions météorologiques les plus probables prévues au-dessous de 24 000 pieds pour une étendue géographique élargie à un moment précis.

Aux fins de la planification du vol, le commandant de bord avait vérifié la météo lorsqu'il s'était présenté au travail, le matin, et de nouveau à 17 h 50 UTC.

1.7.1.1 Conditions météorologiques à Sanikiluaq avant le départ

Le METAR de 17 h UTC pour CYSK indiquait : vents du 020° vrai (V) à 15 nœuds, visibilité de 8 sm dans de la neige faible et de la poudrerie, ciel couvert à 1400 pieds agl, température de −5 °C, point de rosée de −6 °C, calage altimétrique de 29,56 in. Hg. Il n'y a pas de TAF pour CYSK.

1.7.1.2 Conditions météorologiques à Kuujjuarapik avant le départ

L'aéroport de dégagement pour le vol en cause était CYGW, à 90 nm au sud-est de CYSK. Le METAR de 17 h UTC pour CYGW indiquait : vents du 010 °V à 16 nœuds, visibilité de 3 sm dans de la neige faible, ciel couvert à 600 pieds agl, température de −5 °C, point de rosée de −6 °C, calage altimétrique de 29,38 in. Hg. Les TAF pour CYGW, diffusées à 17 h 40 UTC le 22 décembre 2012 et valides à partir de 18 h UTC le 22 décembre 2012 jusqu'à 6 h UTC le 23 décembre 2012, indiquaient : vents du 010 °V à 15 nœuds, visibilité de 1,5 sm dans de la neige faible, ciel couvert à 800 pieds agl. Temporairement, de 18 h UTC à 22 h UTC, visibilité de 3 sm dans de la neige faible, ciel couvert à 1000 pieds agl, 40 % de probabilité, de

18 h UTC à 22 h UTC, visibilité à 0,75 sm dans de la neige faible et de la poudrerie forte[33]. À partir de 22 h UTC, vent variable à 3 nœuds, visibilité de 2 sm dans de la neige faible, ciel couvert à 1500 pieds agl. Temporairement, à partir de 22 h UTC le 22 décembre jusqu'à 6 h UTC le 23 décembre, visibilité de 4 sm dans de la neige faible. Remarques, prochaines prévisions à 24 h UTC (minuit) le 23 décembre.

Les METAR de 17 h UTC pour CYSK et CYGW n'ont donné lieu à aucune préoccupation concernant les conditions météorologiques pour une arrivée après 22 h UTC. Selon les TAF pour CYGW diffusées à 17 h 40 UTC, l'utilisation de CYGW comme aéroport de dégagement était permise.

1.7.1.3 Autres renseignements météorologiques consultés avant le départ

Le commandant de bord a également consulté les METAR et les TAF d'autres aéroports susceptibles de convenir au vol en question. Ceux-ci comprenaient aéroport international Winnipeg/James Armstrong Richardson (CYWG) (Manitoba), Moosonee (CYMO) (Ontario), Brandon (CYBR) (Manitoba)[34], Dauphin (CYDN) (Manitoba), Kenora (CYQK) (Ontario), La Grande Rivière (CYGL) (Québec), et Pickle Lake (CYPL) (Ontario).

Le commandant de bord a notamment consulté la GFA pour la région des Prairies (GFACN32), diffusée à 17 h 32 UTC et valide le 23 décembre 2012 à 0 h0 UTC, pour les segments de départ et une partie du segment en route du vol, et la GFA pour la région Ontario-Québec (GFACN33) pour les segments en route et de destination du vol. La GFACN33, diffusée à 17 h 32 UTC et valide le 23 décembre 2012 à 24 h UTC (annexe E), indiquait :la base des nuages à 3000 pieds asl et le sommet des nuages à 22 000 pieds asl, et une visibilité de 2 à 4 sm dans de la neige faible. Cumulus bourgeonnants (TCU) épars à 10 000 pieds asl réduisant la visibilité à 0,75 sm dans des averses de neige et de la poudrerie élevée, plafond à 300 pieds agl.

1.7.2 Renseignements météorologiques obtenus avant la descente en vue de l'atterrissage à Sanikiluaq

Avant la descente, à 22 h 25 UTC, l'équipage de conduite a demandé les conditions météorologiques pour CYSK à l'observateur/communicateur CARS sur la fréquence de l'aéroport. L'équipage a reçu l'information suivante :

Les conditions observées à ce moment étaient les suivantes : vents du 040 °M à 20 nœuds avec rafales à 25 nœuds, calage altimétrique de 29,25 in. Hg. L'état de la surface de la piste (RSC) a également été fourni. Pistes 09/27, 70 % recouvertes de neige poudreuse, 20 %

---

33 D'après le *Manuel des normes et procédures des prévisions météorologiques pour l'aviation* (MANAIR), paragraphe 2.9.5, la PROB40 de 0,75 mille terrestre (sm) comprend des visibilités allant de 0 (zéro) à 1,25 sm.

34 L'équipage avait choisi Brandon (CYBR) (Manitoba) comme aéroport de dégagement pour le segment de retour de ce vol nolisé.

recouvertes d'une trace de neige, 10 % recouvertes de neige compactée et glacées par endroits. Compte rendu diffusé le 21 décembre 2012 à 21 h 33 UTC.

Plus tard, à 22 h 29 UTC, l'équipage a demandé les conditions météorologiques sur la fréquence radio du centre d'information de vol (FIC) du Québec. l'équipage a reçu l'information suivante :

METAR POUR CYSK 22 h UTC : vent 010 °V à 17 nœuds avec rafales à 25 nœuds, visibilité 2 sm dans de la neige faible et de la poudrerie élevée, ciel couvert à 1200 pieds agl, température de −5 °C, point de rosée de −6 °C, calage altimétrique de 29,28 in. Hg.

METAR POUR CYGW 22 h UTC : vent 030 °V à 8 nœuds, visibilité 0,5 sm par neige modérée, visibilité verticale de 400 pieds, température −4 °C, point de rosée de −5 °C, calage altimétrique de 29,18 in. Hg.

METAR POUR CYGL 22 h UTC : vent 290 °V à 10 nœuds avec rafales à 17 nœuds, visibilité 1,5 sm dans de la neige faible et de la poudrerie, visibilité verticale de1300 pieds, température −7 °C, point de rosée de −9 °C, calage altimétrique de 29,17 in. Hg. Dans les remarques, on indiquait une visibilité variable de 1 à 2 sm.

1.7.3 Analyse des conditions météorologiques par Environnement Canada

1.7.3.1 Généralités

Pour l'aider à mener son enquête, le BST a demandé à Environnement Canada d'effectuer une analyse des conditions pour le vol depuis CYWG à destination de CYSK, y compris l'aéroport de dégagement à CYGW. Les renseignements météorologiques suivants ont été extraits de l'analyse fournie.

1.7.3.2 Conditions météorologiques de zone

Les prévisions de zone graphique (GFA) pour le sud de la baie d'Hudson, diffusées à 17 h 32 UTC le 22 décembre 2012 et valides à 0 h0 UTC le 23 décembre 2012, montraient un important système dépressionnaire situé au-dessus du centre du Québec. CYSK se trouvait dans les régions de temps couvert et de neige qui englobaient l'ensemble du sud-est de la baie d'Hudson. Dans la plupart des régions à l'ouest et au nord de ce système, il y avait de forts vents, des nuages bas et des visibilités réduites dans de la neige et de la poudrerie. Il a commencé à neiger à CYGW et à CYSK au cours de la matinée du jour de l'événement, et les conditions dans de la neige et de la poudrerie se sont détériorées graduellement durant l'après-midi à l'approche du système dépressionnaire.

Ces prévisions faisaient état de visibilités prédominantes de 2 à 4 sm dans de la neige, à l'exception des 25 à 50 % de la région où il devait y avoir des cumulus bourgeonnants (TCU) qui donneraient des visibilités de 0,75 sm dans des averses de neige. Les bases des nuages devaient être à 3000 pieds asl, sauf aux alentours des TCU, où les plafonds pourraient être d'aussi peu que 300 pieds agl.

Il y avait un courant jet à basse altitude pouvant atteindre 40 nœuds, soufflant de l’est (100 °V) entre 1800 pieds et 2300 pieds asl. Le jour de l’événement, le courant jet à basse altitude dans la région de CYSK n’atteignait pas le sol. Le fait que la direction du vent était constante selon la verticale indique la faible probabilité d’un cisaillement directionnel. Le cisaillement de vent attribuable à la vitesse était possible, étant donné que le vent était si fort, mais les niveaux inférieurs de l’atmosphère étaient homogènes, et le changement de vitesse du vent présentait principalement une variation progressive selon la verticale, ce qui minimisait la turbulence causée par le cisaillement. La turbulence mécanique entre la surface et 1000 pieds agl causée par l’interaction entre le vent fort et la topographie aurait été le phénomène de turbulence le plus probable dans ce type d’atmosphère. Avec un vent inférieur à 20 nœuds, l’intensité de la turbulence aurait été inférieure à ce que l’on considère comme modérée. Une turbulence modérée aurait été possible avec un vent de 20 à 30 nœuds.

1.7.3.3 Modifications aux prévisions pour l’aéroport de Kuujjuarapik

Avant le départ de CYWG, le commandant a consulté les TAF pour CYGW, diffusées à 17 h 40 UTC, à des fins de dépôt de plan de vol. Ces TAF ont été modifiées à 19 h 36 UTC pour indiquer un changement relatif aux vents. Les conditions météorologiques avant 22 h UTC avaient considérablement changé et faisaient état d’un plafond de 500 à 1000 pieds agl et d’une visibilité variant de 0,5 sm dans de la neige modérée, à 3 sm dans de la neige faible. Des rafales à 25 nœuds se sont également ajoutées aux prévisions durant cette période. À partir de 22 h UTC, les prévisions annonçaient des vents du nord à 12 nœuds avec rafales à 22 nœuds, puis changeant à légers à variables vers 24 h UTC le 23 décembre. Les prévisions de plafond et de visibilité sont demeurées identiques de 22 h UTC à 6 h UTC à celles diffusées plus tôt.

Les TAF pour CYGW ont été modifiées une deuxième fois à 22 h 11 UTC pour modifier les prévisions de 22 h UTC à 24 h UTC à un plafond obscurci ou couvert variant de 400 à 1000 pieds agl, et une visibilité variant de 0,5 sm dans de la neige modérée à 2 sm dans de la neige faible avec des vents du nord à 8 nœuds. Les prévisions sont demeurées les mêmes pour la période 24 h UTC, le 23 décembre 2012.

L’équipage de conduite n’était pas au courant de ces 2 modifications aux TAF, car la première a été diffusée durant le décollage de l’aéronef depuis CYWG et l’autre, pendant qu’il était en route. L’équipage n’a pas reçu de mise à jour des prévisions météorologiques après le départ de CYWG.

1.8 Aides à la navigation

L’aide à la navigation desservant CYSK est le radiophare non directionnel (NDB) YSK qui sert à l’approche NDB de la piste 27. Le NDB YSK était en bon état de service le jour de l’événement. L’équipage a également utilisé le GPS pour obtenir de l’information de navigation et les distances. L’équipage n’a signalé aucune difficulté liée aux aides à la navigation durant le vol.

1.9 Communications

Il n'y avait aucun problème concernant l'efficacité du service de communication avec les unités des services de la circulation aérienne ou encore avec le service CARS à CYSK qui ont communiqué avec le vol PAG993. Le vol était sous couverture radar au décollage et durant la montée au départ de CYWG. Il est demeuré à l'écran radar durant la phase de croisière du vol à FL230. Le contact radar avec le vol PAG993 a cessé lorsque l'aéronef est descendu sous FL195 dans l'espace aérien non contrôlé, à environ 54 nm de CYSK[35].

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

1.10.1 Généralités

Petite communauté isolée dans l'archipel des îles Belcher (Nunavut), dans la baie d'Hudson, à environ 780 nm à l'est-nord-est de Winnipeg, Sanikiluaq est desservie par un aéroport agréé appartenant au ministère du Développement économique et des Transports, division Aéroports, du gouvernement du Nunavut.

L'aéroport compte 1 piste en service, la piste 09/27 alignée sur 088°/268 °M; elle mesure 3807 pieds de longueur par 100 pieds de largeur et sa surface est en gravier. La zone de posé de la piste 27 a une élévation de 110 pieds asl. La pente longitudinale de la piste 27 est vers le bas de 1,1 % sur les 2300 premiers pieds, puis vers le haut de 1,3 % sur les 1500 derniers pieds. Des vents traversiers sont à prévoir à CYSK étant donné que l'orientation de la piste ne favorise habituellement pas les vents dominants. Au moment de l'événement, CYSK était desservi par une seule approche aux instruments, l'approche NDB de la piste 27.

1.10.2 Éclairage de la piste et des voies de circulation

Les feux d'identification de piste sont des feux stroboscopiques unidirectionnels situés à chaque extrémité de la piste. Ces feux sont installés aux aérodromes où le relief ne permet pas l'installation de feux d'approche ou encore là où des feux non aéronautiques ou un contraste insuffisant de jour réduisent l'efficacité des feux d'approche. La nuit, ces feux fonctionnent avec les feux de piste. CYSK n'est pas muni de feux d'approche. Pour aider les pilotes à reconnaître la piste et à s'aligner suivant celle-ci, des balises de délimitation non illuminées de couleur orange international uni indiquent les limites des aires de décollage et d'atterrissage de l'aéroport CYSK; ces balises ne sont pas visibles la nuit.

Les feux de seuil et d'extrémité de piste sont des dispositifs lumineux verts et rouges d'intensité variable en forme de barres de flanc le long du seuil de piste, de part et d'autre de

---

35 Sanikiluaq (CYSK) se trouve dans un espace aérien non contrôlé de classe G. Le contrôle de la circulation aérienne n'a ni l'autorité ni la responsabilité d'exercer un contrôle sur la circulation aérienne. Les unités des services de la circulation aérienne fournissent des services d'information de vol et d'alerte.

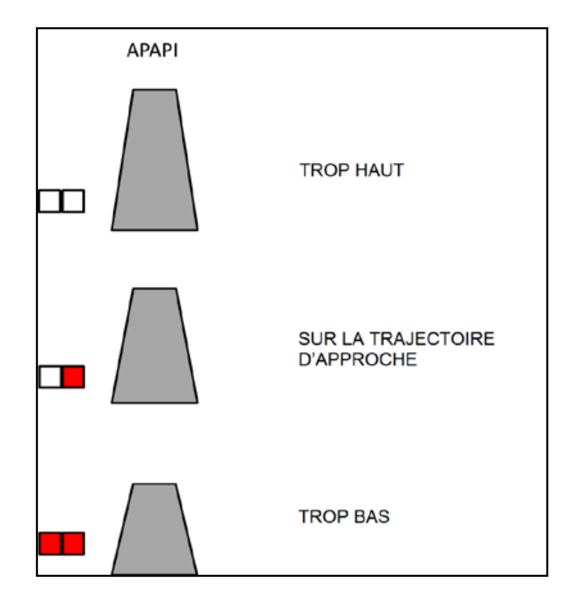
l'axe de piste. Les feux rouges sont visibles dans la direction du décollage; dans la direction de l'atterrissage, ce sont les feux verts qui sont visibles.

Les feux de bord de piste à CYSK sont des dispositifs lumineux blancs d'intensité variable sur les côtés de la piste et sur toute la longueur de celle-ci, à intervalles de 200 pieds. Les feux de piste fonctionnent avec le dispositif de balisage lumineux d'aérodrome télécommandé (ARCAL) de type K. Durant l'approche du vol PAG993, les feux de piste étaient allumés (ON) et réglés à leur intensité maximale (réglage B3).

1.10.3 Système indicateur de pente d'approche

Un aérodrome est muni d'un système indicateur de pente d'approche pour fournir aux équipages de conduite une orientation visuelle (verticale) qui les aide à établir une descente stabilisée durant une approche en vue d'atterrir.

Figure 7. Indicateur de trajectoire d'approche de précision simplifié (APAPI) (Source : Transports Canada,*Manuel d'information aéronautique*, , AGA p. 67)



Les pistes 27 et 09 sont toutes les 2 munies d'un système indicateur de trajectoire d'approche de précision simplifié (APAPI)[36]. Les feux APAPI sont situés du côté gauche de la piste, à 856 pieds de son seuil, et consistent en 2 dispositifs lumineux en forme de barre de flanc (figure 7).

Lorsque le pilote aperçoit 2 feux blancs, c'est que l'aéronef est trop haut par rapport à la trajectoire d'approche; s'il aperçoit 1 feu blanc et 1 feu rouge, c'est que l'aéronef est bien sur la trajectoire d'approche; 2 feux rouges indiquent que l'aéronef est en dessous de la trajectoire d'approche. Le réglage du système APAPI à CYSK fait en sorte que la marge de franchissement du seuil par les roues de l'aéronef devrait être d'environ 20 pieds.

Peu avant l'événement, le système APAPI à CYSK était vérifié tous les 2 jours. On inspecte les dispositifs du système APAPI afin de détecter toute contamination par de la neige ou de la glace et on vérifie leur état général et leurs valeurs d'étalonnage. On note les valeurs initiales constatées avant la remise de niveau[37], puis on ajuste les écrous sur les tiges filetées jusqu'à ce que l'inclinomètre indique les valeurs voulues.

---

36 APAPI : indicateur de trajectoire d'approche de précision simplifié utilisé dans les aérodromes où atterrissent des aéronefs ayant une hauteur de 10 pieds entre les yeux et les roues.

37 La mise de niveau du dispositif se fait au moyen d'un inclinomètre; au niveau 0,0, l'angle du feu 2 devrait être de 2 degrés 45 minutes, et au niveau 0,0, l'angle du feu 1 devrait être de 3 degrés 15 minutes.

Il n'y a aucune tolérance acceptable pour ce service. On diffuse un Avis aux navigants (NOTAM) s'il est impossible de rétablir les valeurs indiquées. Les formulaires APAPI Findings/Adjustments pour le 17, le 19 et le 21 décembre 2012 montraient qu'aucune des valeurs n'était hors tolérances; les feux n'exigeaient donc aucun réglage. La dernière vérification, faite le 21 décembre 2012, indiquait que le système était en bon état de fonctionnement.

Le système APAPI à CYSK est réglé en fonction d'une pente d'approche à 3 degrés. Toutefois, l'illustration sur la carte d'approche aux instruments pour l'approche NDB de la piste 27 à CYSK montre que si l'on amorce la descente au point d'approche interrompue (MAP) à partir de l'altitude minimale de descente (MDA) de 560 pieds asl, l'angle de descente est de 4,7° jusqu'à un point situé à environ 20 pieds au-dessus du seuil de piste. Ainsi, l'indication initiale du système APAPI qu'aperçoit l'équipage de conduite à la MDA, au MAP, montrerait 2 feux blancs, c'est-à-dire que l'aéronef est trop haut par rapport à la trajectoire d'approche. Toute tentative de reprendre une pente de descente de 3 degrés depuis le MAP, à 0,9 nm du seuil de la piste 27, exigerait au départ un taux de descente plus élevé et donnerait probablement lieu à une alerte ou à un avertissement du dispositif GPWS.

1.10.4 Station radio d'aérodrome communautaire de Sanikiluaq

Un observateur/communicateur CARS effectue les observations météorologiques de surface à CYSK et en fait la diffusion. On utilise de l'équipement de communication pour transmettre de l'information opérationnelle aux équipages de conduite. La station CARS est hébergée à l'intérieur de l'aérogare. Les heures normales d'exploitation (habituellement du lundi au vendredi) sont publiées dans le *Supplément de vol* – Canada (CFS). Étant donné que le vol régulier de Keewatin Air du vendredi 21 décembre avait été reporté au samedi 22 décembre et que l'on attendait en outre le vol nolisé de Perimeter, on a demandé à l'observateur/communicateur CARS de travailler ce samedi. L'équipage de conduite de Perimeter avait accès aux METAR aux fins d'établissement du plan de vol et d'arrivée du vol. L'observateur/communicateur CARS était en communication avec l'équipage et lui a relayé le compte rendu de l'état de la surface de la piste, les vents et le calage altimétrique.

La visibilité dont fait état le METAR est la visibilité dominante[38] au moment de l'observation météorologique. L'observateur/communicateur CARS utilise une carte de visibilité, qui indique la distance entre des objets connus et l'aéroport, pour estimer la visibilité observée[39] en fonction de différents secteurs de l'horizon. La visibilité en vol est la visibilité observée par l'équipage de conduite durant le vol. Ces visibilités peuvent être différentes, car elles sont vérifiées à des heures et à partir de hauteurs et d'endroits différents. Malgré le fait que l'observateur/communicateur CARS a annoncé une visibilité de 1,5 sm (1,3 nm) pendant que l'aéronef effectuait la deuxième approche, l'équipage a établi le contact visuel avec les

---

38 La visibilité dominante est la valeur de visibilité maximale commune aux secteurs comprenant au moins la moitié de l'horizon.

39 La visibilité observée est la visibilité au sol, au niveau des yeux.

environs de la piste seulement lorsque l'aéronef se trouvait à environ 0,7 nm de l'aéroport, passé le MAP.

1.10.5 Service de sauvetage et lutte contre les incendies d'aéronefs de Sanikiluaq

Aussitôt après l'événement, l'observateur/communicateur CARS a lancé les procédures du plan d'intervention d'urgence de l'aéroport CYSK. Des résidants, des employés de l'aéroport et du personnel médical qui se trouvaient à l'aéroport en prévision de l'arrivée du vol ont rapidement porté secours aux occupants de l'aéronef. CYSK ne compte aucun service de sauvetage et lutte contre les incendies d'aéronef à l'aéroport, et aucune intervention du service d'incendie local n'a été nécessaire. La Gendarmerie royale du Canada (GRC), l'organisme d'application de la loi en place à Sanikiluaq, a été informée de l'événement et a pris le contrôle du site.

1.11 Enregistreurs de bord

L'enregistreur de conversations de poste de pilotage (CVR) était un appareil L3 à semi-conducteurs modèle FA2100 d'une capacité d'enregistrement nominale de 2 heures. L'enregistrement comprenait les bandes de fréquence du commandant de bord et du premier officier, du microphone du poste de pilotage (CAM), une bande de fréquence supplémentaire, et 2 bandes des 2 dernières heures, qui comprenaient la bande de fréquence CAM et une bande de fréquence mixte (toutes les bandes combinées). En coupant l'alimentation de l'accumulateur (position OFF) juste avant l'évacuation, l'équipage a préservé l'enregistrement du CVR, un outil précieux pour les enquêtes.

L'appareil n'était pas doté d'un enregistreur de données de vol (FDR), et la réglementation en vigueur n'en exigeait pas[40].

1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

L'aéronef est entré en collision avec un sol couvert de rochers et de neige à environ 525 pieds de l'extrémité de départ de la piste 27 et 98 pieds au sud de l'axe de piste prolongé. Après le premier impact, l'aéronef a dérapé sur 1050 pieds vers l'ouest en se déportant vers la droite avant de s'immobiliser en pointant vers le cap 60 °M.

Tous les dommages causés à la structure de l'aéronef sont attribuables au contact avec le sol. Tous les principaux composants structuraux de l'aéronef ont été retrouvés sur les lieux. Une fois l'épave examinée et documentée, celle-ci a été placée dans des conteneurs d'entreposage en attendant son transport hors de Sanikiluaq.

Divers instruments[41], y compris les altimètres, le tableau annonciateur et le GPS ont été récupérés et envoyés au laboratoire du BST aux fins d'examen plus approfondi. Étant donné

---

40 Règlement de l'aviation canadien (RAC) 605.33 (1).

leur état, on n'a pas pu déterminer si les altimètres à pression statique étaient en bon état de fonctionnement et correctement étalonnés au moment de l'événement. On n'a pas pu déterminer le bon état de fonctionnement du reste des instruments au moment de l'événement, et leurs indications au moment de l'impact n'ont pu être confirmées. Un examen au microscope des voyants annonciateurs, entre autres les voyants de l'indicateur de position du train d'atterrissage, visant à confirmer si des voyants étaient allumés au moment de l'impact, n'a pas été concluant.

1.13 *Renseignements médicaux et pathologiques*

L'enquête a déterminé que rien ne donnait à croire que des facteurs médicaux ou pathologiques auraient pu avoir une incidence négative sur le rendement du commandant de bord ou du P/O.

1.14 *Incendie*

Sans objet.

1.15 *Questions relatives à la survie des occupants*

1.15.1 *Intervention d'urgence de Perimeter*

Perimeter utilise un système de contrôle d'exploitation de type C pour assurer la régulation des vols effectués en vertu des sous-parties 703 (Taxi aérien) et 704 (Service aérien de navette) du RAC[42]. Dans un tel système, le commandant de bord est responsable de la surveillance du vol[43]; le commandant communique les atterrissages et les décollages, les escales en route et les arrivées à destination. Perimeter, en tant qu'exploitant, doit soutenir le commandant au moyen d'un système de suivi[44] des vols. Le commandant a informé le service de suivi des vols de Perimeter de l'événement à 23 h 20 UTC. L'entreprise a

---

41 Les autres instruments comprenaient les indicateurs de couple gauche et droit, les tachymètres, les débitmètres de carburant et les anémomètres.

42 En vertu du système de contrôle d'exploitation de type C, les pilotes assurent la régulation des vols. Le commandant de bord a l'entière responsabilité en matière de surveillance du vol, avec l'appui d'un système de suivi des vols. Le commandant de bord a l'entière autorité en ce qui a trait à l'établissement, à l'exécution et à l'amendement d'un plan de vol exploitation (OFP) pour un vol. *Normes de service aérien commercial* (NSAC) 723.16.

43 « Surveillance des vols » veut dire maintenir des renseignements courants quant à la progression d'un vol et surveiller tous les facteurs et états qui pourraient influer sur le plan de vol exploitation (OFP). La surveillance du vol commence dès que le pilote relâche les freins à l'aéronef. Perimeter Aviation LP, *Manuel d'exploitation de la compagnie* (COM), section 6.3 Interprétations, p. 6-3.

44 « Suivi des vols » veut dire le suivi de la progression d'un vol, la communication de toute information opérationnelle que pourrait demander le commandant de bord, et la notification des personnes responsables au sein de l'entreprise et des services de recherche et sauvetage si le vol est en retard ou manque à l'appel. Perimeter Aviation LP, *Manuel d'exploitation de la compagnie* (COM), section 6.3 Interprétations, p. 6-3.

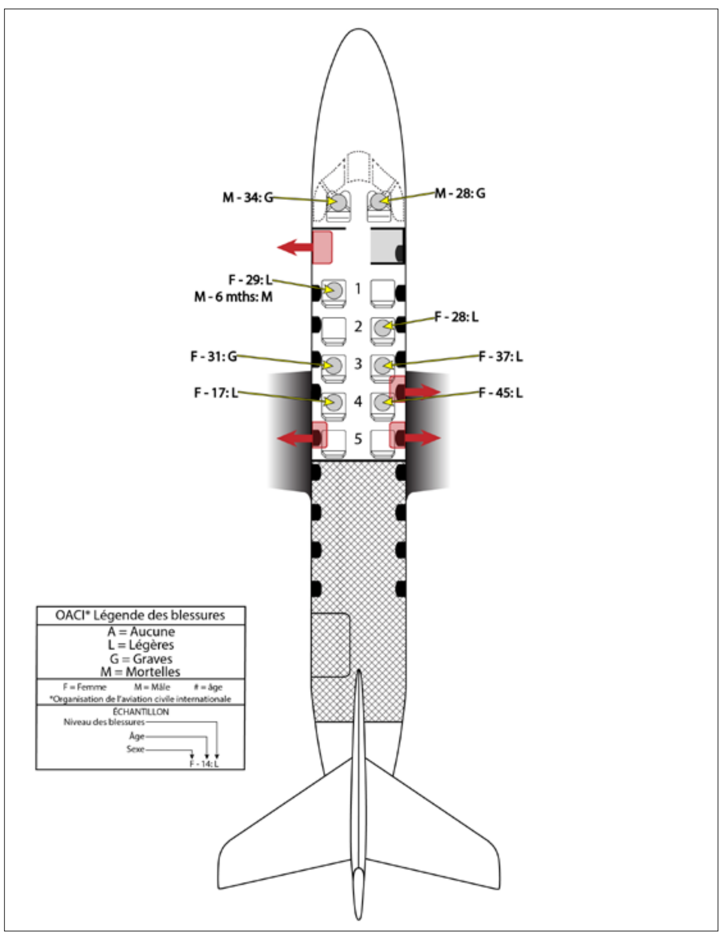
immédiatement mis en œuvre son plan d'intervention d'urgence.

1.15.2 *Sécurité dans la cabine et des sièges des occupants à bord de l'aéronef*

1.15.2.1 *Généralités*

L'aéronef comprenait une cloison amovible qui divisait la cabine principale en 2 compartiments : la cabine pour passagers à l'avant, et la soute à bagages à l'arrière (figure 8). Les sièges passagers étaient configurés en 2 rangées simples de 5 sièges de part et d'autre du couloir central. Une porte cargo, sur le côté gauche du fuselage, donnait accès à la soute (section hachurée, figure 8), derrière la cloison. Deux filets servaient à arrimer les bagages en 3 sections différentes.

Figure 8. Configuration des sièges de l'aéronef en cause



Le commandant et le P/O avaient tous les 2 bouclé leur harnais à 4 points composé d'une ceinture abdominale et de doubles bretelles de sécurité. Le siège du commandant est demeuré partiellement fixé au plancher endommagé du poste de pilotage. Le commandant a subi des blessures à la poitrine, au visage et aux jambes.

Le siège du P/O a été complètement arraché, et le plancher du poste de pilotage sous le siège a été détruit. Le P/O a subi des blessures à la poitrine et au visage.

Les passagers comptaient 6 adultes et 1 bébé. Tous les passagers adultes étaient retenus par une ceinture de sécurité de type abdominale. Le bébé se trouvait sur les genoux de sa mère sans aucun dispositif de retenue. Même si Transports Canada (TC) recommande que les bébés soient retenus par un ensemble de retenue d'enfant approuvé, il n'existe aucune obligation en ce sens.

Les pattes des sièges 2G, 3G, 3D, 4G et 4D dans la cabine ainsi que leurs points de fixation au plancher se sont rompus[45]. Tous les passagers adultes ont subi des blessures mineures, sauf le passager adulte qui occupait le siège 3G, qui a subi une fracture de la cheville. La défaillance des soutiens et des fixations de sièges peut placer les occupants dans des positions défavorables qui réduisent énormément la tolérance aux blessures. Quand un siège ne demeure pas fermement fixé au plancher, cela réduit considérablement la protection contre les blessures que procurent à l'occupant soit le siège, soit la ceinture et les bretelles de sécurité.

La cloison amovible arrière qui séparait la cabine passagers de la soute à bagages arrière s'est partiellement détachée du plancher, et des marchandises, entre autres des cannettes de boisson gazeuse, étaient présentes dans la cabine.

Le ventre de l'aéronef a été comprimé, et ce fléchissement s'est transmis au plancher de la cabine passagers durant la collision avec le sol et la glissade subséquente. Ces dommages ont également déformé la structure des charnières de la porte principale avant de la cabine et ont soumis le mécanisme de verrouillage de la porte à des charges anormales. La porte principale de la cabine, située sur le côté gauche du fuselage derrière la cloison du poste de pilotage, était articulée par le bas avec des marches et une main courante articulée incorporées dans la structure de la porte. Lorsque la porte de la cabine est fermée, les marches et la main courante se trouvent immédiatement devant le premier siège à gauche (siège 1G), celui où prenaient place la mère et son bébé. L'orientation du fuselage et la proximité du sol ont empêché la porte de s'ouvrir complètement après l'impact.

L'aéronef était muni de 3 issues de secours sur l'aile; 1 du côté gauche et 2 du côté droit. L'évacuation s'est faite entièrement par l'issue de secours avant sur l'aile droite. C'est un passager qui l'a ouverte, avec l'aide du P/O. Ce dernier a eu de la difficulté à atteindre l'issue, car l'étroit couloir était bloqué par les passagers, des sièges brisés, des bagages de cabine éparpillés et d'autres articles. Le P/O s'est servi de son téléphone personnel pour éclairer l'intérieur de la cabine[46].

---

45 Les sièges sont identifiés comme suit : 1G = premier siège à gauche lorsque l'on regarde vers l'avant de la cabine, 1D = premier siège à droite, etc. Selon les exigences de certification en vigueur lors de la construction de cet aéronef Metro III, les sièges et leurs structures de soutien devaient être conçus de manière à pouvoir résister à des charges extrêmes d'accélération vers le haut de 4,5 g, d'accélération vers l'avant de 9,0 g, et d'accélération latérale de 1,5 g.

46 D'après l'article 602.60 (1)(g) du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), une lampe de poche doit être à la portée de chaque membre d'équipage si l'aéronef est utilisé de nuit. L'équipage de conduite avait des lampes de poche dans leur sacs de vol, mais le premier officier s'est servi de ce qu'il avait sous la main.

1.15.2.2 Mère et bébé

La mère qui tenait le bébé occupait le siège 1G. Comme ce siège se trouvait directement en retrait de la porte principale de la cabine, il n'y avait aucun dossier de siège devant les occupants. Par conséquent, il y avait très peu de matériau pouvant absorber de l'énergie directement devant eux. L'escalier principal de l'aéronef se replie à l'intérieur de la cabine lorsque la porte est fermée et se trouve directement en face du siège 1G (photo 2).

Photo 2. Porte-escalier devant le siège 1G



Le bébé, âgé de 6 mois, se trouvait sur les genoux de sa mère; il pesait 23,2 livres et mesurait 75 cm. Bien que l'on n'ait pas montré à la mère, avant le vol en cause, comment tenir correctement son bébé durant le décollage et l'atterrissage on le lui avait montré lors de vols précédents. Comme on le lui avait appris précédemment, pour l'approche et l'atterrissage, elle tenait son bébé contre sa poitrine et celui-ci faisait face vers l'arrière de l'aéronef. Durant l'impact et l'écrasement, le bébé a été expulsé des bras de la mère et a été retrouvé par la suite à côté du palonnier du commandant de bord. Selon le médecin légiste, la cause du décès était un traumatisme crânien fermé et de nombreuses blessures.

1.15.2.3 Exposés

L'article 724.34(2)(b)(vii) des *Normes de service aérien commercial* (NSAC) énonce de façon détaillée les exposés individuels sur les mesures de sécurité à donner aux passagers en ce qui concerne une personne qui tient un enfant en bas âge.

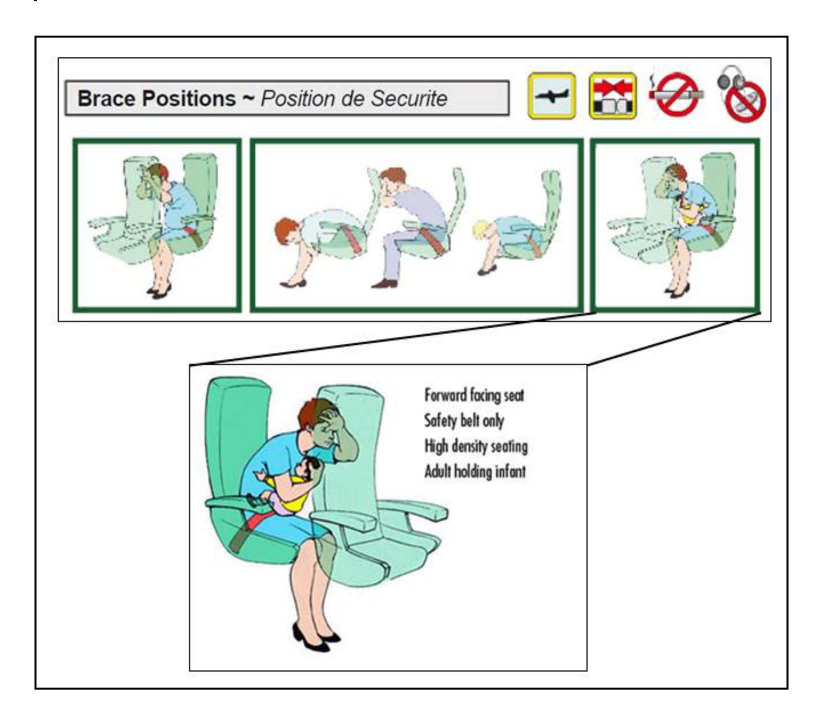
> Dans le cas de passagers responsables d'une autre personne à bord, l'exposé comprend de l'information pertinente aux besoins de cette autre personne, selon le cas :
> (A) dans le cas d'un enfant en bas âge :
> (I) instructions concernant la ceinture de sécurité;
> (II) manière de tenir l'enfant en bas âge pendant le décollage et l'atterrissage;
> (III) instructions sur l'utilisation d'un ensemble de retenue d'enfant;
> (IV) instructions sur la manière de mettre un masque à oxygène;
> (V) position de protection recommandée;
> (VI) emplacement et utilisation des gilets de sauvetage, s'il y a lieu.

Dans le cas des activités menées en vertu de la sous-partie 704 du RAC, les exposés sur les mesures de sécurité ont lieu à l'embarquement, avant le départ, et à l'arrivée, avant le débarquement. Les exposés individuels ont lieu conformément au RAC et au *Manuel d'exploitation de la compagnie* (COM)[47]. Les procédures opérationnelles normalisées (SOP) de Perimeter, qui s'appliquaient lors de l'événement et pour les activités menées en vertu de la sous-partie 704 du RAC, ne mentionnent nulle part les exposés individuels sur les mesures de sécurité. La formation que donnait l'entreprise ne comprenait aucune information pertinente sur les exposés individuels. Le cours de formation ne couvre pas le contenu du COM concernant les exposés individuels sur les mesures de sécurité.

1.15.2.4 Position de protection contre l'impact

TC recommande[48] que les exploitants aériens canadiens établissent des procédures d'urgence qui comprennent les positions de protection. En outre, les exploitants aériens doivent fournir une carte des mesures de sécurité qui illustre la position de protection pour passagers en prévision d'un impact, y compris la position de protection pour un adulte qui tient un bébé[49]. La carte des mesures de sécurité de Perimeter satisfaisait à cette exigence (figure 9).

Figure 9. Carte des mesures de sécurité de Perimeter - position de protection avec bébé



Il n'est pas obligatoire de donner aux passagers l'information sur les positions

47 *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) 704.34, *Normes de service aérien commercial* (NSAC) 724.34 (2), et Perimeter Aviation LP, *Manuel d'exploitation de la compagnie* (COM), ch. 10, paragraphe 10.8.7. L'exposé normal sur les mesures de sécurité pourrait être insuffisant dans le cas d'un passager souffrant d'handicaps physiques, sensoriels ou intellectuels, ou dans le cas d'un passager qui est responsable d'une autre personne à bord de l'aéronef.

48 Transports Canada, Circulaires d'information de l'aviation commerciale et d'affaires n° 0155 (1999). Disponible à l'adresse : http://www.tc.gc.ca/fra/aviationcivile/normes/commerce-circulaires-ci0155-1633.htm (dernière consultation le 25 juin 2015).

49 *Normes de service aérien commercial* (NSAC) 724.35(1)(b)(vii) Cartes des mesures de sécurité. Disponible à l'adresse : https://www.tc.gc.ca/fra/aviationcivile/servreg/rac/partie7-normes-724a-2172.htm (dernière consultation le 25 juin 2015).

de protection contre l'impact durant l'exposé sur les mesures de sécurité avant le vol, soit avant de décoller. Toutefois, les passagers sont avisés de consulter la carte des mesures de sécurité à bord de l'aéronef.

Les positions de protection contre l'impact recommandées par la Flight Safety Foundation (FSF) en 1988[50] se fondaient sur les positions de protection développées par Richard Chandler, de la FAA des États-Unis[51]. L'information sur les positions de protection a été incorporée dans les directives de TC sur ce sujet.

Comme pour toute position de protection contre l'impact, celle recommandée pour un adulte qui tient un bébé comporte 2 principaux objectifs :

- réduire l'effet de tout impact secondaire[52] du corps de l'occupant avec l'intérieur de l'aéronef,
- réduire les mouvements désordonnés des diverses parties du corps durant un écrasement et les effets néfastes qui pourraient en découler en plaçant le corps de l'occupant ou ses membres contre une surface à l'intérieur de l'aéronef.

Ces objectifs reposent également sur l'hypothèse que la surface intérieure de l'aéronef avec laquelle l'occupant risque de venir en contact est déformable[53]. Par exemple, les dossiers de sièges d'aéronef qui se trouvent directement devant les passagers sont fabriqués de manière à être facilement écrasables, ils sont couverts de mousse pour répartir la charge des impacts, et les tables-plateaux sont fabriquées en plastique léger et cassant.

À la suite des blessures subies par les passagers lors de l'amerrissage forcé du vol 1549 d'US Airways sur le fleuve Hudson, à Weehawken (New Jersey) (15 janvier 2009), le National Transportation Safety Board (NTSB) des États-Unis a recommandé (REC A-10-78) que la FAA mène des études pour déterminer la position de protection contre l'impact la plus avantageuse pour les passagers à bord d'aéronefs munis de sièges à dossier sans dispositif de retour. La FAA a achevé ces études; on attend la publication prochaine de ses résultats et recommandations.

---

50 Flight Safety Foundation: *Cabin Crew Safety – Positions Brace Passengers for Impact To Reduce Injuries and Fatalities.* Vol. 23(1), Janvier/Février 1988. Disponible à l'adresse : http://flightsafety.org/ccs/ccs_jan-feb88.pdf (dernière consultation le 25 juin 2015).

51 R.F. Chandler, (1988). *Brace For Impact Positions*. Protection and Survival Laboratory, page 5, Civil Aeromedical Institute, Federal Aviation Administration: February. Disponible à l'adresse : http://www.unitedafa.org/safety/training/docs/brace.pdf (dernière consultation le 25 juin 2015).

52 « Impact secondaire » désigne un impact entre une partie du corps, comme la tête, et toute surface qu'elle pourrait heurter.

53 Déformable : capable de changer de forme.

Des études biomécanique menées en 1979[54] ont démontré qu'il n'est pas toujours possible pour un adulte de retenir adéquatement sur ses genoux un enfant simplement en le serrant dans ses bras étant donné les limites de la force de saisie d'un humain. Les enfants âgés de moins de 2 ans qui voyagent à bord d'aéronefs sont donc exposés inutilement à des risques de blessures lorsqu'ils voyagent sur les genoux d'un adulte. Réalisée en 2004, l'analyse du NTSB sur la nécessité d'utiliser des ensembles de retenue d'enfant fait valoir que :

> [traduction] ...la force des bras ne suffit pas pour protéger même un enfant en bas âge. En effet, les aéronefs commerciaux sont conçus pour résister à d'énormes forces g, mais les humains eux ne le sont pas. Ainsi, un bébé qui pèse 25 livres pourrait facilement peser de 3 à 4 fois plus quand on tente de le serrer contre soi durant une urgence. De plus, dans des situations d'écrasement ou de turbulence, les bébés assis sur les genoux présentent des risques élevés de heurter des structures dures et donc de subir des blessures[55].

Dans le même ordre d'idées, des études menées en 1992 par la Civil Aviation Authority (CAA) du Royaume-Uni ont conclu que : [traduction] « Le transport de bébés et de jeunes enfants sur les genoux d'un adulte assis dans un siège orienté vers l'avant, sans aucun dispositif de retenue approuvé ou reconnu, présente un risque de pertes de vie ou de blessures chez ces enfants lors d'impacts »[56].

1.15.2.5 Issues de secours

La Circulaire d'information (CI) nº 700-014 de TC définit ainsi un siège adjacent à une issue de secours[57] :

> (a) chaque siège menant directement à une issue;
> (b) chaque siège situé dans une rangée devant être empruntée par les passagers pour accéder à l'issue, soit du premier siège à l'intérieur de l'issue jusqu'à la première allée à l'intérieur de l'issue;
> (c) chaque siège permettant aux passagers d'accéder directement à l'issue sans emprunter l'allée ou contourner un obstacle.

Au Canada, les exploitants aériens sont tenus de s'assurer que des passagers dont la présence dans ces sièges risquerait de compromettre la sécurité des passagers ou des

---

54 D. Mohan et L.W. Schneider, (1979). *An evaluation of adult clasping strength for restraining lap-held infants*. Human Factors, 21(6), pp. 635-645.

55 Bill McGee, « Why You Should Never Fly with a Child in Your Lap », *USA Today*, 30 juillet 2008.

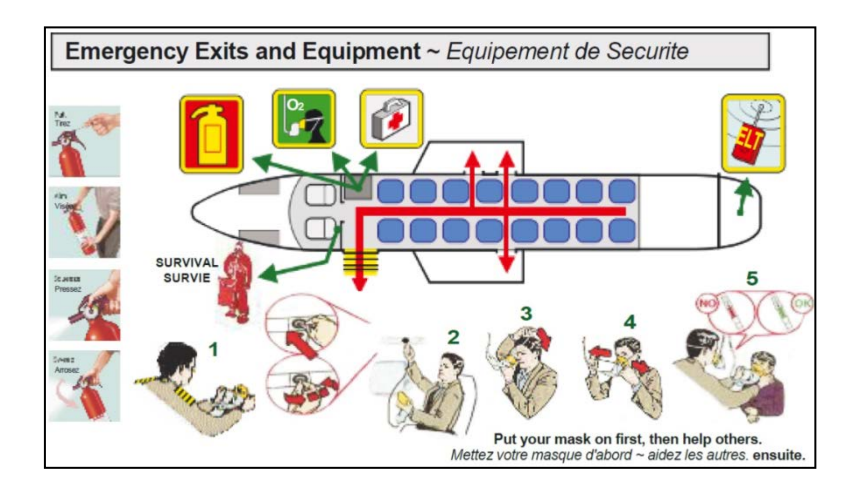
56 R.N. Hardy, (1992). CAA paper 92020: The restraint of infants and young children in aircraft.

57 Transports Canada, *Circulaire d'information* (CI) 700-014, Exigences en matière d'attribution des sièges et d'accessibilité des transports aériens. Disponible à l'adresse : http://www.tc.gc.ca/fra/aviationcivile/opssvs/servicesdegestion-centredereference-ci-700-700-014-502.htm (dernière consultation le 25 juin 2015).

membres d'équipage pendant une évacuation d'urgence n'occupent pas les sièges adjacents aux issues de secours[58].

D'après la CI 700-014, on considère que la présence d'un passager pourrait compromettre la sécurité des autres passagers et membres d'équipage durant une évacuation d'urgence si ce passager ne respecte pas les critères énoncés dans la CI. Les passagers assis dans un siège adjacent à une issue de secours ne doivent pas être responsables d'une autre personne, car cela pourrait nuire à l'ouverture de l'issue de secours.

Figure 10. Carte des mesures de sécurité de Perimeter — équipement et issues de secours



Bien que la carte des mesures de sécurité de Perimeter indiquait que la porte principale de la cabine pouvait servir d'issue de secours, Perimeter, aux fins d'attribution des sièges, ne considérait pas la porte principale de la cabine comme telle (figure 10).

Lors de vols précédents, des passagers à mobilité réduite ainsi que des passagers adultes qui tenaient un bébé avaient pris place dans le siège 1G. À bord de l'aéronef Metro III, l'espace restreint entre les sièges et dans le couloir nuit aux mouvements. Le siège 1G est considéré comme étant le meilleur endroit où asseoir ce genre de passager; il est proche de l'issue principale pour l'embarquement et le débarquement et offre plus d'espace pour bouger aux personnes qui en aident d'autres.

Selon le COM : [traduction] « Le commandant de bord doit s'assurer que... les sièges adjacents aux issues de secours ne sont pas occupés par des passagers dont la présence dans ces sièges risquerait de compromettre la sécurité des passagers ou des membres d'équipage pendant une évacuation d'urgence »[59].

Les SOP de Perimeter exigent du P/O qu'il [traduction] « veille à ce que seuls des passagers capables d'ouvrir les issues de secours occupent les sièges adjacents à ces issues »[60]. Les SOP

---

58 *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) 704.33(1)(d) Procédures de sécurité dans la cabine et sur l'aire de trafic. Disponible à l'adresse : http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-96-433/page-295.html (dernière consultation le 25 juin 2015).

59 Perimeter Aviation LP, *Manuel d'exploitation de la compagnie* (COM), paragraphe 10.8.4.

60 *Perimeter SA227 Standard Operating Procedures*, Section 5, Notes et consignes d'exploitation, paragraphe 5.8, Exposé avant le vol et sur les mesures de sécurité. Les opérations aériennes

sont muettes sur la question d'attribuer un siège adjacent à une issue de secours à une personne qui en aide une autre. Le COM et les SOP de l'entreprise ne comprennent aucune directive concernant les passagers à mobilité réduite ou ceux qui aident d'autres personnes à bord d'un vol. Bien que les SOP indiquent sommairement qui devrait pouvoir occuper un siège adjacent à une issue de secours, ni l'entreprise ni TC n'avaient vérifié l'application pratique de ces instructions durant les vols.

1.15.2.6 Bagages de cabine

On définit les bagages de cabine comme étant les articles personnels qui accompagnent un passager à bord d'un aéronef. Pour empêcher l'embarquement de bagages de cabine qui pourraient dépasser les limites en matière de poids, de taille, de forme et de volume total des aires de rangement approuvées de l'aéronef, Perimeter a mis en place un programme de contrôle des bagages de cabine[61] pour inspecter et peser les bagages afin de déterminer lesquels sont admissibles comme bagages de cabine. Quand on pèse les bagages de cabine, on utilise leur poids réel; toutefois, si on ne connaît pas leur poids, on utilise un poids standard de 13 livres.

Pour les activités aériennes menées en vertu des sous-parties 703 ou 704 du RAC, TC exige[62] en outre que tous les bagages de cabine à bord d'un aéronef soient

- rangés dans un bac, un compartiment ou un espace certifié;
- retenus de façon à prévenir leur déplacement pendant le mouvement de l'aéronef à la surface, au décollage, à l'atterrissage et lors de turbulence en vol.

De plus, tout bagage de cabine que l'on emporte à bord d'un aéronef doit être rangé de manière à ne pas bloquer l'accès à l'équipement de sécurité, aux issues ou au couloir de l'aéronef.

L'aéronef Metro III ne comprend pas de compartiment de rangement supérieur pour ranger les bagages de cabine, et l'espace sous les sièges est limité. Par conséquent, on range parfois les bagages de cabine dans la penderie ou sur des sièges libres, selon le cas.

Dans l'événement à l'étude, la plupart des bagages de cabine, y compris les manteaux, les chapeaux et les mitaines, se trouvaient sur les sièges libres. Une boîte déposée sur le siège 1D contenait des collations et des boissons pour les passagers; cette boîte n'était pas attachée, et on a retrouvé son contenu éparpillé partout dans la cabine après l'événement. Une penderie cloisonnée, mais sans porte, se trouve directement devant le siège 1D. Les bagages de cabine et autres articles étaient éparpillés dans la cabine, et les passagers et les membres d'équipage

---

menées en vertu de la sous-partie 704 du RAC n'exigent pas la présence d'un agent de bord durant le vol.

61 Seuls les exploitants qui effectuent des opérations aériennes en vertu de la sous-partie 705 du RAC sont tenus d'avoir un programme de contrôle des bagages de cabine, conformément au chapitre 705.42 du *Règlement de l'aviation canadien*.

62 *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) 602.86(1) Bagages de cabine, équipement et fret.

ont dû marcher dessus ou les enjamber pour évacuer l'aéronef. Les objets non arrimés, comme les sacs à dos, les bouteilles d'eau et les cannettes de boisson gazeuse, ont volé partout durant l'écrasement, présentant un danger pour les passagers et les membres d'équipage.

Le chapitre 10.7 du COM, Bagages à main, ne stipule pas comment l'équipage doit s'assurer que les bagages de cabine sont rangés conformément à la réglementation et aux procédures de l'entreprise, en raison de l'espace limité sous les sièges et l'absence de compartiments de rangement supérieurs à bord de l'aéronef Metro. Toutefois, on rappelle aux équipages de s'assurer que les bagages de cabine sont rangés sous les sièges, dans la penderie ou dans la soute à bagages. La présence d'un agent de bord n'est pas requise dans un aéronef de cette taille, et l'équipage de conduite doit demeurer dans le poste de pilotage durant le vol, sauf en cas d'urgence. L'équipage de conduite n'a donc aucune façon de s'assurer que les bagages de cabine ont de nouveau été rangés comme il faut avant l'atterrissage.

1.15.2.7 Ensembles de retenue d'enfant

Selon un document de travail[63] préparé par l'Australian Civil Aviation Safety Authority (CASA) sur le transport de bébés et d'enfants à bord d'aéronefs : [traduction] « bien que les systèmes de retenue d'occupants adultes se sont améliorés progressivement, la méthode de transport de bébés et de jeunes enfants à bord des aéronefs n'a pas vraiment changé depuis les débuts de l'aviation. Par conséquent, dans le cas de bébés et de jeunes enfants, les normes minimales des systèmes de retenue sont inférieures à celles des adultes ».

La plupart des autorités recommandent que les bébés et les jeunes enfants voyagent retenus dans un ensemble de retenue d'enfant approuvé, mais l'utilisation de ces ensembles n'est pas obligatoire. TC et la FAA appuient l'utilisation d'ensembles approuvés à bord de vols commerciaux d'aviation générale. Toutefois, dans beaucoup de pays, on permet le transport de bébés sur les genoux d'un adulte. En outre, les jeunes enfants (âgés de 2 à 12 ans)[64] pourraient ne pas être retenus correctement si on n'utilise que la ceinture abdominale fournie (annexe F).

Les règlements d'exploitation relatifs au transport sécuritaire d'occupants au moyen d'ensembles de retenue d'enfant sont entrés en vigueur avec la publication du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) en 1996. Les chapitres 605.26 et 605.28 du RAC stipulent les critères d'utilisation des ceintures de sécurité et des ensembles de retenue des passagers et des ensembles de retenue d'enfant. Les ensembles de retenue de bébé et d'enfant dont l'utilisation est approuvée à bord d'aéronefs au Canada et aux États-Unis sont certifiés par

---

63 Gouvernement australien, Civil Aviation Safety Authority, Carriage of Infants and Children – A review of Section 13 of Civil Aviation Order (CAO) 20.16.3, Document DP 1301CS, juillet 2014.

64 La catégorie des enfants âgés de 2 à 12 ans distingue les enfants des adultes par leur développement corporel et leurs dimensions biomécaniques. L'étude de l'Agence européenne de la sécurité aérienne (AESA) mentionne des enfants âgés de moins de 7 ans. Agence européenne de la sécurité aérienne (EASA.2007.C.28), *Study on Child Restraint Systems*, TÜV Rheinland Kraftfahrt GmbH, Team Aviation, novembre 2008.

les Normes de sécurité des véhicules automobiles du Canada et des États-Unis (NSVAC 213.1 et 213 et FMVSS 213.1 et 213).

TC a indiqué, plusieurs facteurs qui l'empêchent de rendre obligatoire l'utilisation d'ensembles de retenue d'enfant adéquats à bord d'aéronefs canadiens à l'heure actuelle. Les ensembles de retenue de bébé et d'enfant actuellement approuvés sont surtout conçus pour les voitures. Ils ne sont pas nécessairement compatibles, par leur forme et leur fonction, avec les sièges d'aéronef. Ainsi, dans certains cas, il est impossible d'installer correctement l'ensemble de retenue d'enfant et il pourrait ne pas remplir la fonction voulue.

Tous les sièges de sécurité pour enfant conçus pour les voitures ne sont pas compatibles avec tous les sièges d'aéronef. Par conséquent, les parents n'ont aucune assurance qu'ils pourront utiliser leur siège de sécurité pour enfant conçu pour les voitures à bord d'un aéronef particulier. Les sièges de sécurité pour enfant ne sont pas conçus pour être entièrement compatibles avec un siège d'aéronef (p. ex., dossiers de siège ayant un « dispositif de retour »; absence de point de fixation de la sangle d'attache), et ils ne sont pas rigoureusement testés en fonction des sièges d'aéronef.

TC a financé un projet de recherche et développement novateur pour mettre au point un prototype de dispositif de retenue qui serait compatible avec tous les sièges d'aéronef et qui tiendrait compte des défis que posent la conception et la construction particulières des sièges d'aéronef. Ce projet, lancé en 1993, a été achevé en 1996 par la publication du document TP 12523E, *Child safety system for commercial aircraft*. Les résultats et la conclusion dont fait état le document TP 12523E ne sont plus affichés sur le site Web de TC et ne sont pas accessibles à la bibliothèque de TC. Toute information ou recommandation utiles découlant de cette étude demeurent inconnues. À l'heure actuelle, TC ne mène ni étude ni projet de recherche et développement de même nature.

En outre, TC fait partie du comité de normes aéronautiques SAE S-9 Cabin Safety Provisions, qui a élaboré la norme aérospatiale AS5276/1 — *Performance Standard for Child Restraint Systems in Transport Category Airplanes*[65]. Enfin, TC surveille les recherches que mènent d'autres autorités de l'aviation civile, entre autres celles sur les sièges intégrés pour bébé et enfant.

La FAA et TC recommandent l'utilisation d'un ensemble de retenue d'enfant à bord d'aéronefs commerciaux, mais ne l'exigent pas, car ils estiment qu'une telle exigence obligerait les parents à acheter un billet d'avion additionnel pour leur bébé, ce qui contraindrait certaines familles qui n'ont pas les moyens d'acheter un billet de plus d'utiliser

---

65 Le rapport DOTIFAAJAM-1 1/3 — Aviation Child Safety Device Performance Standards Review de la Federal Aviation Administration (FAA) mentionne des changements recommandés qui s'appliqueraient à la norme AS5276/l, et ces recommandations sont à l'étude.

la voiture, mode de transport qui, statistiquement, présente un risque d'accident plus élevé[66]. Le NTSB a analysé l'argument de la FAA et a conclu qu'une telle exigence n'aurait pas de conséquences financières excessives – ni pour les passagers ni pour les transporteurs aériens[67]. Le NTSB a déclaré que les données d'essais en laboratoire et les données d'accidents réels montrent qu'il est impossible de protéger adéquatement les enfants qui voyagent sur les genoux d'une personne durant un écrasement, et que l'analyse approfondie des données d'accidents réels, aériens comme routiers, n'a établi aucun lien clair entre le passage du transport aérien au transport routier, d'une part, et les taux d'accidents routiers et de blessures, d'autre part[68].

À l'heure actuelle, TC prévoit n'apporter aucun changement à la réglementation concernant l'utilisation d'ensembles de retenue d'enfant à bord d'aéronefs, et aucune étude et aucun programme de sensibilisation destiné aux exploitants et aux parents et portant sur les avantages d'utiliser ces ensembles n'est en cours. Seuls des changements mineurs, portant sur le contenu, et non sur l'orientation fondamentale, ont été apportés à la troisième édition de la Circulaire d'information *Ensembles de retenue d'enfant*[69] publiée récemment. TC prévoit cependant qu'il y aura un examen des normes de navigabilité existantes pour les ensembles de retenue d'enfant dans un avenir rapproché, mais aucune date ou échéance n'a été précisée. L'objectif de l'examen que projette TC sera de déterminer les ensembles de retenue d'enfant approuvés en vertu des normes des Nations Unies ou par un gouvernement étranger et dont l'utilisation sera jugée acceptable à bord d'aéronefs immatriculés au Canada. Une fois cet examen achevé, toute modification proposée à la réglementation, le cas échéant, sera présentée au Conseil consultatif sur la réglementation aérienne canadienne (CCRAC) aux fins d'examen. Selon les priorités établies par le Standard Project Planning Application (SPPA) de TC et un plan de travail échelonné sur 4 ans, on ne doit pas s'attendre à l'examen de cette question avant au moins 2 ou 3 ans.

Sur la page de son site Web portant sur les déplacements avec des enfants, TC recommande l'utilisation d'ensembles de retenue d'enfant. TC n'a élaboré aucun autre programme de sensibilisation destiné au public voyageur concernant l'utilisation recommandée des ensembles de retenue d'enfant. Plutôt, le ministère s'en remet aux transporteurs aériens pour sensibiliser le public voyageur et promouvoir l'utilisation des ensembles de retenue d'enfant. Sur leurs sites Web, la plupart des transporteurs aériens indiquent qu'ils recommandent l'utilisation de ce dispositif, mais qu'elle n'est pas obligatoire.

---

[66] Page FAQ du site Web de la Federal Aviation Administration (FAA). Disponible à l'adresse : http://faa.custhelp.com/app/answers/detail/a_id/29/kw/child/session (dernière consultation le 25 juin 2015).

[67] National Transportation Safety Board (NTSB), Analysis of Diversion to Automobile in Regard to the Disposition of Safety Recommendation A-95-51, at 1 (3 août 2004).

[68] National Transportation Safety Board (NTSB) (2010). Recommandations de sécurité A-10-121 à -123.

[69] Transports Canada, *Circulaire d'information* (CI) 605-003, édition n° 03, Ensembles de retenue d'enfant, entrée en vigueur le 30 octobre 2013.

Se reporter à l'annexe F pour consulter un exposé sur les politiques et les recommandations concernant l'utilisation d'ensembles de retenue d'enfant dans d'autres pays.

1.15.2.8 Données insuffisantes

Durant son étude sur la sécurité des enfants dans les accidents et les incidents d'aviation générale (GA), le NTSB a constaté que sa base de données contenait peu d'information concernant les enfants à bord des aéronefs d'aviation générale (annexe F). Par conséquent, il était impossible de répondre aux questions concernant les enfants victimes d'accidents d'aviation générale ; la fréquence de ces accidents, le mode de retenue utilisé, ou encore la nature des blessures subies, le cas échéant. Le NTSB a fait valoir que l'information sur les blessures est importante, surtout si celles que subissent les enfants sont très différentes des blessures que subissent les autres occupants. Le NTSB fait un suivi de l'âge de chaque pilote dans tous les accidents d'aviation aux États-Unis, mais ne consigne aucune donnée quant à l'âge des passagers. En outre, on n'a aucune donnée concernant le nombre d'enfants qui voyagent à bord d'aéronefs d'aviation générale. Le NTSB a conclu que ce type d'information est nécessaire afin de mener des études et de cerner les risques et les nouvelles tendances. Les améliorations que projette l'organisme à son système de gestion des données d'aviation devraient permettre la collecte de ces renseignements et l'évaluation des données sur les passagers en général, mais aussi sur les enfants passagers à long terme[70].

Il en va de même pour la base de données du BST; cette base de données manque de renseignements sur les enfants. Il y a peu de renseignements sur l'âge des passagers ou sur la nature des blessures qu'ils ont subies.

En 2007, il y a eu un accident mettant en cause un Cessna 172L dans lequel le pilote et 1 passager qui occupait le siège avant droit ont été mortellement blessés; un enfant de 3 ans, dans un ensemble de retenue d'enfant attaché sur le siège arrière, a subi des blessures, mais il a survécu à l'accident[71]. Une recherche dans la base de données du BST n'a révélé aucun événement avec des enfants en bas âge; cela ne signifie pas que ces derniers ne se trouvent jamais dans des événements aéronautiques, mais plutôt que l'information que contient la base de données ne comprend pas ces renseignements.

À l'heure actuelle, en vertu du *Règlement sur les renseignements relatifs au transport*[72], les transporteurs aériens canadiens doivent fournir au ministre des Transports toutes sortes de renseignements sur leurs activités globales. Ces renseignements comprennent le nombre de passagers payants et de passagers non payants qui arrivent, décollent et transitent. Les renseignements sur les passagers ainsi recueillis ne sont pas répartis de manière à établir le

---

70 K. Poland et N.M. Marshall, *A Study of General Aviation Accidents Involving Children in 2011*, National Transportation Safety Board (NTSB), Washington DC, États-Unis.

71 Rapport d'enquête aéronautique A07P0369 du BST.

72 *Règlement sur les renseignements relatifs au transport* (DORS/96-334), dernière révision 01 avril 2015. Disponible à l'adresse : http://www.tc.gc.ca/fra/politique/anre-menu-3044.htm (dernière consultation le 25 juin 2015).

nombre de bébés ou d'enfants qui utilisent ce mode de transport, et le règlement ne l'exige pas.

Le dénombrement des passagers à bord d'un aéronef ne comprend pas toujours les enfants en bas âge. Comme l'indique la Circulaire d'information aux transporteurs aériens n° 0116 de TC, datée du 11 avril 1997 :

> Un enfant en bas âge tenu fermement dans les bras d'un passager parent ou gardien n'est pas compté comme un passager aux fins de la détermination du nombre minimal d'agents de bord requis à bord d'un avion et du nombre maximum d'occupants autorisés à être à bord de l'avion. Un enfant en bas âge attaché dans un système de retenue d'enfant est compté comme un passager aux fins de la détermination du nombre minimum d'agents de vol à bord de l'avion, de la détermination du nombre maximum d'occupants autorisés à être à bord de l'avion et de l'application des exigences réglementaires tel que l'oxygène, les gilets de sauvetage et l'équipement de survie.

Par conséquent, les données concernant le nombre d'enfants en bas âge pourraient exister, mais elles ne sont pas stockées en vue d'une extraction facile.

Les données concernant les enfants (âgés de moins de 12 ans) qui voyagent sont comprises dans le dénombrement des passagers et ne sont pas stockées en vue d'une extraction facile. Il a fallu un certain effort de la part des transporteurs aériens consultés dans le cadre de la présente enquête pour qu'ils obtiennent les données présentées au tableaux 4 et 5 (section 1.15.2.9); en effet, même si ces renseignements peuvent se trouver dans leurs dossiers, ils ne sont pas facilement récupérables dans leurs bases de données respectives.

Qui plus est, il n'existe pas de données sur le nombre d'enfants en bas âge qui voyagent retenus par un ensemble de retenue d'enfant par rapport à ceux qui ne le sont pas. Il est donc impossible de confirmer combien de gardiens ont déjà choisi l'option de voyager avec un ensemble de retenue d'enfant. On a relevé récemment 2 cas aux États-Unis où des gardiens avaient choisi d'acheter un billet additionnel pour leur bébé afin d'utiliser un ensemble de retenue d'enfant. Dans l'un de ces cas, on a noté que le personnel de cabine n'était pas au courant des règles de la FAA concernant l'utilisation d'ensembles de retenue d'enfant approuvés pour aéronefs. Dans l'autre, le personnel de cabine ayant été pressé de respecter l'heure de départ, n'a pas donné au parent le temps nécessaire pour installer l'ensemble de retenue d'enfant[73]. Il est nécessaire de sensibiliser le personnel navigant et le personnel de cabine aux règlements sur les ensembles de retenue d'enfant et l'utilisation de ces dispositifs.

1.15.2.9 Prévalence des bébés et des enfants à bord d'aéronefs

Pour permettre la détermination du nombre de bébés et d'enfants qui voyagent à bord d'aéronefs commerciaux au Canada, Perimeter et 3 autres transporteurs aériens

---

[73] Curt Lewis, *News-Flight Safety Information* n° 143, 17 juillet 2014, et n° 157, 31 juillet 2014.

commerciaux canadiens menant leurs activités dans différentes régions du pays (en vertu des sous-parties 703, 704 et 705 du RAC) ont volontairement fourni leurs données.

Bien que la taille de leurs flottes soit différente de celle de Perimeter, ces autres entreprises mènent leurs activités dans des régions géographiques semblables et desservent une population de passagers semblable également. Sanikiluaq est une collectivité isolée, comme c'est le cas pour bon nombre d'autres collectivités dans le nord du Canada. La plupart des déplacements pour quitter Sanikiluaq ou s'y rendre se font par aéronef. Comme Sanikiluaq se trouve dans les îles Belcher, ce village est entouré d'eau. Selon les saisons, les déplacements par route de glace ou par traversier ne sont pas toujours possibles.

Au chapitre du nombre de passagers transportés, les données de Perimeter indiquent que l'entreprise a eu 160 000 passagers en 2012. De ces passagers, 10 300 étaient des enfants (âgés de 2 à 12 ans). Durant cette même période, l'entreprise a transporté 11 000 bébés (âgés de 0 à 2 ans). Le nombre d'enfants voyageant par année représente environ 6,4 % de tous les passagers de Perimeter. Le nombre de bébés voyageant par année représente environ 6,9 % de tous ses passagers. Ensemble, les 3 autres transporteurs aériens ont transporté environ 177 375 passagers en 2012, y compris 16 845 enfants (de 2 à 12 ans) et 8709 bébés (âgés de 0 à 2 ans), ce qui représente environ 14,4 % de tous leurs passagers (tableau 4)[74]. Ces statistiques ne reflètent qu'une partie du nombre total de bébés et d'enfants qui voyagent en aéronef, car il y a actuellement 583 exploitants aériens à voilure fixe enregistrés au Canada.

Tableau 4. Prévalence des bébés et des enfants dans un échantillon d'activités aériennes menées au Canada en vertu des sous-parties 703, 704 et 705 du RAC sur 1 an (2012)

Entreprise	Total de passagers	Total de passagers (enfants âgés de 2 à 12 ans)		Total de passagers (bébés âgés de moins de 2 ans)	
		Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage
Perimeter Aviation	160 000	10 300	6,4	11 000	6,9
Entreprise nº 2	2 150	220	10,2	144	6,7
Entreprise nº 3	21 009	1 203	5,7	854	4,1
Entreprise nº 4	154 216	15 422	10,0	7 711	5,0
Total	337 375	27 145	8,1	19 709	5,7

- Comprend les vols réguliers et nolisés
- Données fournies directement par les exploitants

74 Le nombre de bébés et d'enfants que transportent ces exploitants pourrait être plus élevé comparativement aux exploitants aériens desservant des destinations dans le sud du pays, car le transport aérien constitue souvent le seul moyen de voyager pour les collectivités du Nord.

Tableau 5. Prévalence des bébés et des enfants dans un échantillon d'activités aériennes menées au Canada en vertu des sous-parties 703, 704 et 705 du RAC, sur 10 ans (2003–2012)

Entreprise	Total de passagers	Total de passagers (enfants âgés de 2 à 12 ans)		Total de passagers (bébés âgés de moins de 2 ans)	
		Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage
Perimeter Aviation	1 300 000	85 000	6,5	90 000	6,9
Entreprise nº 2	115 100	9 000	7,8	5 100	4,4
Entreprise nº 3	265 395*	12 123*	4,6	11 530*	4,3
Entreprise nº 4	1 346 046	134 605	10,0	67 302	5,0
Total	3 026 541	240 728	7,2	173 932	5,2

- Comprend les vols réguliers et nolisés
- Données fournies directement par les exploitants

* Fondé sur 6 ans de données (2007–2012) fournies par la compagnie; les données qui figurent au tableau ont été extrapolées sur 10 ans.

1.16 *Essais et recherches*

1.16.1 *Techniques d'approche stabilisée avec angle de descente constant aux instruments*

Il existe 2 techniques habituellement utilisées pour effectuer la descente finale au cours d'une approche de non-précision (NPA) : l'approche par paliers et l'approche stabilisée avec angle de descente constant (SCDA).

La technique de descente par paliers consiste à faire descendre l'aéronef à une série d'altitudes minimales publiées. Cela requiert plusieurs changements d'assiette et de puissance pour maintenir une vitesse constante tout au long de la descente. Cette technique impose une charge de travail plus lourde et un plus grand effort cognitif qu'une approche SCDA. En conséquence, l'équipage, qu'il soit fatigué ou non, est plus vulnérable aux erreurs inhérentes à l'exécution de la descente par paliers. Il y a un risque plus élevé de compromettre les altitudes minimales que l'on doit respecter durant la descente par paliers, surtout si l'on exécute l'approche manuellement.

Une approche stabilisée signifie une approche finale exécutée de manière à maintenir un taux de descente constant selon un angle de trajectoire de vol d'environ 3 degrés et l'alignement indiqué pour atterrir, et à une vitesse indiquée, à un réglage de poussée et à une assiette stables, et l'aéronef étant configuré pour l'atterrissage.

La technique SCDA comprend l'interception et le maintien d'un angle de descente optimal jusqu'à l'altitude minimale de descente (MDA), qui sert à la fois d'altitude de décision (DA). La descente se fait donc à un angle constant et à un taux de descente constant et ne nécessite aucun changement de configuration. À la MDA, l'aéronef ne reprend pas le vol en palier. Ainsi, à ce point, soit les repères visuels nécessaires sont visibles et on peut poursuivre l'approche et atterrir, soit ils ne le sont pas et on doit l'interrompre. La technique SCDA

simplifie les tâches et réduit l'effort cognitif nécessaire pour effectuer l'approche, ce qui diminue la charge de travail et, de ce fait, les risques d'erreur[75]. En outre, la décision d'amorcer une remise des gaz est moins subjective.

Les avantages de la technique SCDA sont reconnus à l'échelle de l'industrie aéronautique comme étant une façon plus sûre d'exécuter les approches. Certains exploitants canadiens ont opté pour la technique SCDA, mais plusieurs ne l'utilisent pas, et la réglementation en vigueur ne l'exige pas. Selon ses communications officieuses avec les exploitants aériens et membres d'associations, TC estime qu'environ 50 % des aéronefs exploités en vertu de la sous-partie 704 du RAC et environ 20 % des aéronefs exploités en vertu de la sous-partie 703 du RAC utilisent actuellement des techniques SCDA avec guidage vertical comme procédure normale dans l'exécution des approches de non-précision. Lorsque les approches de non-précision avec guidage vertical sont possibles à toutes les pistes, cela élimine les risques liés aux manœuvres d'approche indirecte et permet de tirer pleinement parti des avantages de sécurité de la technique SCDA.

Avant l'événement à l'étude, Perimeter n'avait pas incorporé l'utilisation de la technique SCDA dans sa formation ou ses pratiques d'exploitation, et la réglementation en vigueur ne l'y obligeait pas. L'équipage de conduite en cause connaissait la technique SCDA. L'unique référence à des critères semblables à la SCDA se trouve dans les procédures d'exploitation normalisées (SOP), Section 2, Opérations normales, 2.24 Atterrissages de nuit, selon lesquelles : [traduction] « En l'absence d'un dispositif d'alignement de descente, les approches doivent suivre une pente de 3° calculée par l'équipage de conduite (habituellement à 3 milles en approche finale à 1000 pieds agl et à un taux de descente de 600 à 700 pi/min) ». Selon les SOP, Section 2, Opérations normales, 2.25 Atterrissage : [traduction] « …une approche stabilisée est essentielle à un atterrissage sécuritaire; ainsi le taux de descente ne doit pas être supérieur à 800 pi/min en dessous de 1000 pieds agl ».

À la suite d'une enquête du BST sur un impact sans perte de contrôle (CFIT) (Rapport d'enquête aéronautique A09Q0203 du BST), le Bureau a recommandé que :

> Le ministère des Transports exige que les exploitants canadiens utilisent la technique d'approche stabilisée avec angle de descente constant au cours des approches de non-précision.
>
> **Recommandation A12-02 du BST**

TC a laissé savoir qu'il n'avait pas l'intention d'exiger des exploitants qu'ils utilisent la technique SCDA, mais il la recommande néanmoins pour les approches de non-précision. Depuis la publication de la recommandation A12-02 du BST, TC a pris les mesures suivantes pour promouvoir la SCDA :

- publication de la Circulaire d'information 700-028 intitulée « Contrôle de la trajectoire verticale pendant une approche de non-précision »;

---

75 J. Skills Rasmussen, Rules, knowledge; signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 13 (1983).

- tenue d’ateliers de pilote-examinateur (PE), d’un bout à l’autre du pays, pour les PE autorisés à réaliser les tests en vol initiaux et de renouvellement de la qualification de vol aux instruments; ces ateliers comprenaient des explications sur le nouveau format de présentation des cartes d’approche aux instruments que NAV CANADA met en circulation;
- révision du *Manuel d’information aéronautique* (AIM) pour tenir compte des changements à la représentation des procédures d’approche dans le *Canada Air Pilot* (CAP) mis en place par NAV CANADA en février 2014;
- révision du libellé dans le document Guide de test en vol - Vérification de compétence pilote et qualification de type d’aéronef compris dans l’exercice 15-16.

De plus, étant donné que TC exige désormais la représentation des approches selon la technique SCDA, les pilotes ne devraient plus couramment utiliser la technique de descente par paliers. En avril 2014, le BST estimait que la réponse de TC à la recommandation A12-02 dénotait une attention entièrement satisfaisante.

1.16.2 Rapports du laboratoire du BST

Le BST a complété les rapports de laboratoire suivants dans le cadre de la présente enquête :

- LP 001/2013 – CVR Download & Transcript [Téléchargement et transcription des données de l’enregistreur de conversations de poste de pilotage]
- LP 011/2013 – Instruments Analysis [Analyse des instruments]
- LP 175/2013 – Seating Diagram Creation [Création du schéma d’attribution des places]
- LP 070/2014 – Aircraft Performance Evaluation [Évaluation de la performance de l’aéronef]
- LP 086/2014 – Flight Path Diagrams [Schémas des trajectoires de vol]

1.17 Renseignements sur les organismes et sur la gestion

1.17.1 Généralités

Toute référence, dans le présent rapport, aux manuels, aux procédures et aux listes de vérification de l’entreprise ou à des parties de ces documents, renvoie à de l’information dans ces derniers qui était pertinente le jour de l’événement en cause.

1.17.2 Perimeter Aviation LP

Perimeter Aviation LP est une raison sociale qu’utilise Perimeter Aviation GP Inc. Le siège social de Perimeter Aviation LP ainsi que sa base d’exploitation principale se trouvent à Winnipeg (Manitoba). Perimeter Aviation LP exploite également une base secondaire à Thompson (Manitoba).

L’entreprise offre des services de transport aérien réguliers et non réguliers de passagers et de marchandises, y compris de marchandises dangereuses. Perimeter Aviation LP est

titulaire de nombreux certificats et effectue des opérations aériennes en vertu des sous-parties 703, 704 et 705 du RAC.

Perimeter a connu une période de forte croissance, de 2005 à 2008, et elle avait ajouté 3 biturbopropulseurs Dash 8 à sa flotte. Ces changements avaient exigé la mutation et la formation de personnel à l'intérieur de l'entreprise et l'embauche de nouveaux employés. L'entreprise a également mis en place un système de contrôle d'exploitation de type B, ce qui constitue un profond changement des activités quotidiennes menées en vertu de la sous-partie 705 du RAC.

1.17.2.1 Régulation et suivi des vols

L'entreprise exploite tous ses vols menés en vertu de la sous-partie 705 du RAC (payants, non payants, de convoyage, de contrôle de maintenance et d'entraînement) dans le cadre d'un contrôle d'exploitation de type B. Ce type de contrôle d'exploitation repose sur la régulation des vols en coresponsabilité et la surveillance des vols partagée entre le commandant de bord et le régulateur de vols.

Le manuel d'exploitation de la compagnie (COM), chapitre 6 – Système de contrôle d'exploitation – Type B (705), article 6.3, page 6-3, donne les interprétations suivantes :

> [traduction] « Régulation des vols en coresponsabilité » signifie la responsabilité partagée, entre le commandant de bord et le régulateur de vols dans un système de contrôle d'exploitation de type B, relativement à toute décision portant sur le plan de vol exploitation (OFP) avant que le commandant n'accepte l'OFP. La coresponsabilité est en vigueur jusqu'au relâchement des freins.
>
> « Contrôle d'exploitation » signifie l'exercice de l'autorité sur la formulation, l'exécution et la modification du plan de vol exploitation (OFP) en ce qui a trait au vol.

Le rôle du régulateur de vols dans les activités aériennes menées en vertu de la sous-partie 705 du RAC consiste à exercer un contrôle opérationnel sûr et efficace des vols de concert avec le commandant de bord. En prenant en charge une part importante des tâches de vol opérationnelles, le service de régulation peut réduire considérablement la charge de travail d'un pilote avant, durant et après un vol. Telles que les définit le COM, chapitre 4, article 4.5.4.2, les activités de régulation pour les activités menées en vertu de la sous-partie 705 à Perimeter comprennent :

- dépôt du plan de vol;
- la préparation du vol;
- la surveillance des travaux d'entretien;
- le calcul de la quantité de carburant nécessaire;
- la conformité à la réglementation;
- la surveillance des conditions météorologiques;
- les mises à jour météorologiques aux équipages de conduite;

- la sélection des routes et des altitudes;
- les exposés aux équipages de conduite;
- le suivi des vols.

Les vols exploités en vertu des sous-parties 703 et 704 du RAC utilisent un système de contrôle d'exploitation de type C, où le commandant de bord est autorisé à faire la régulation des vols. Le commandant peut autoriser un vol dès qu'il estime que la préparation du vol a été faite conformément au COM et que le vol peut être effectué conformément au certificat d'exploitation aérienne (AOC) et aux spécifications d'exploitation de l'entreprise, au RAC et aux normes connexes. Le préposé au suivi des vols pour les activités menées en vertu de la sous-partie 704 n'aide pas l'équipage de conduite dans la préparation du vol, comme le fait le régulateur dans le cas des activités menées en vertu de la sous-partie 705, et il n'offre aucun autre service, comme la surveillance des conditions météorologiques. Toutefois, pour des motifs de sécurité, il fait le suivi des vols. Les équipages de conduite, peu importe la sous-partie (703, 704 ou 705) dont relève leur vol, doivent fournir au préposé au suivi des vols ou au régulateur de vols l'information suivante :

- signaler la prise de service; le régulateur indique alors l'aéronef attribué, l'itinéraire, les charges prévues;
- informer le régulateur en cas de retard dans la prise de service;
- indiquer la quantité de carburant requise;
- fournir le plan de vol exploitation;
- signaler tout retard à cause de la météo ou de problèmes d'aéronef;
- signaler prêt à partir.

Dans le cas des activités menées en vertu des sous-parties 703 et 704, le service de suivi des vols est actif dans plusieurs aspects des vols, et on le consulte relativement à ces aspects, mais pas à d'autres. Contrairement aux aéronefs que Perimeter exploite en vertu de la sous-partie 705, les aéronefs destinés aux activités menées en vertu des sous-parties 703 et 704 ne sont munis ni d'un moyen de communication par courriel, ni d'un téléphone satellite. Dès qu'un vol exploité en vertu de la sous-partie 703 ou 704 a décollé et qu'il se trouve hors de portée des communications radio très haute fréquence (VHF), il n'y a alors aucun moyen de communication directe entre l'équipage de conduite et les préposés au suivi des vols, l'aéronef n'étant muni d'aucun moyen de communication comme un téléphone satellite.

Le commandant de bord avait travaillé pour un certain nombre d'exploitants commerciaux après avoir quitté Perimeter en août 2008, et il avait effectué des vols dans le cadre d'un système de contrôle d'exploitation de type B (sous-partie 705) avant d'entrer de nouveau au service de Perimeter, en octobre 2012. Par conséquent, pendant plus de 4 ans, il avait pu compter sur l'aide du service de régulation relativement à la préparation du vol et en route. Comme le montre son utilisation dans le cadre des activités menées en vertu de la sous-partie 705, le service de régulation peut jouer un rôle important dans la détermination et la gestion des dangers liés à un vol.

1.17.3 Trousses sur les routes aériennes et les vols nolisés

Perimeter avait préparé des trousses documentaires sur les routes pour tous ses vols réguliers afin de réduire la charge de travail de ses équipages de conduite durant la préparation d'un vol. Ces trousses comprenaient de l'information logistique à propos d'un vol, notamment l'appariement des membres d'équipage; le trajet; les heures de départ et d'arrivée; le nombre de passagers; l'hébergement, le cas échéant; le temps de service et de repos pour un trajet prévu; de l'information sur les installations aéroportuaires, les fréquences et les coordonnées.

Au moment de l'événement, l'entreprise n'avait pas encore préparé de trousse de la sorte pour ses vols nolisés, donc l'équipage de conduite en cause n'en avait pas. La réglementation en vigueur n'exige pas de trousse d'information sur les routes pour les vols réguliers et nolisés. Bien qu'utiles, ces trousses n'aident pas nécessairement les équipages de conduite, ou même le régulateur de vols, à cerner les dangers ou les risques potentiels liés à un vol ou à une destination en particulier.

1.17.4 Dépôt du plan de vol

Le manuel d'exploitation de la compagnie (COM), chapitre 7, section 7.6.2, met en lumière la division des rôles entre le commandant de bord et le P/O en ce qui a trait à la préparation du vol. Le P/O vérifie la navigabilité de l'aéronef, son avitaillement en carburant et le chargement du fret, tandis que le commandant dépose le plan de vol avant le départ. Le commandant doit s'assurer que toute la documentation et tout l'équipement nécessaires sont à bord de l'aéronef, déterminer les besoins en matière de carburant et d'huile, calculer la masse et le centrage de l'aéronef, vérifier les NOTAM, s'il y a lieu, et vérifier les conditions météorologiques au départ, en route, à destination et aux aéroports de dégagement; il doit également déposer un plan de vol exploitation ou un itinéraire de vol. Il doit notamment informer le P/O des conditions météorologiques attendues en route, à destination et à l'aéroport de dégagement choisi.

Dans l'événement à l'étude, le commandant a vérifié les conditions météorologiques sur le site Web de NAV CANADA. Le METAR pour CYSK qu'il a consulté au moment de déposer le plan de vol indiquait que les conditions étaient supérieures aux minima pour l'approche. Même si le commandant n'avait pas les cartes d'approche aux instruments pour CYSK aux fins d'établissement du plan de vol, il se souvenait de l'altitude minimale de descente (MDA) pour l'approche, car il avait effectué cette liaison par le passé.

L'article 602.122 du RAC stipule que tout pilote qui effectue un vol IFR doit déposer un plan de vol IFR ou un itinéraire de vol IFR qui comprend un aérodrome de dégagement. Les renseignements météorologiques pour l'aérodrome de dégagement choisi doivent indiquer qu'à l'heure d'arrivée prévue à cet aérodrome, les conditions météorologiques correspondront, ou seront supérieures, aux critères minimums spécifiés dans les procédures des cartes d'approche aux instruments publiées dans le *Canada Air Pilot*.

Pour choisir l'aéroport de dégagement, le commandant a consulté les TAF pour CYGW, l'aéroport le plus proche de CYSK. À partir de ces renseignements météorologiques, le

commandant a jugé que CYGW convenait comme aéroport de dégagement[76]. Le choix de CYGW, au moment de l'établissement du plan de vol, était acceptable, étant donné les prévisions météorologiques à l'heure d'arrivée prévue à CYGW (23 h 30 UTC), au cas où un déroutement vers l'aéroport de dégagement serait nécessaire.

Un exposé avant vol entre les membres de l'équipage de conduite leur permet de discuter des particularités du vol et aide à maintenir une conscience commune de la situation. L'équipage de conduite n'a pas discuté des conditions météorologiques relatives au vol avant le départ.

1.17.5 Manuels d'exploitation de Perimeter Aviation LP

Le *Manuel d'exploitation de la compagnie* (COM) comprend les politiques de Perimeter relatives à toutes les opérations aériennes de l'entreprise; ce manuel fournit une orientation aux employés de l'entreprise dans l'exécution de leurs tâches. Le COM contient l'information requise par le RAC et les *Normes de service aérien commercial* (NSAC) et vise à compléter la réglementation en vigueur, non pas à la remplacer. On s'attend à ce que les employés connaissent le contenu du COM et mettent en application ses politiques et ses procédures. La formation que l'entreprise donne à ses employés doit couvrir l'information nécessaire présentée dans les manuels et les procédures de l'entreprise et dans la réglementation de TC.

Le manuel de vol (AFM) de l'aéronef Metro III, publié par l'avionneur, et le manuel SOP de l'entreprise contiennent l'information propre à ce type d'aéronef. Les pilotes sont tenus de bien connaître ces documents.

Le COM et les SOP sont conformes aux NSAC. Le COM et le manuel de pilotage (FTM) sont approuvés par TC. Sauf pour quelques sections[77], les SOP ne font pas l'objet d'une approbation par TC, mais le ministère se réserve le droit de les examiner.

Les SOP et les listes de vérification fournissent aux pilotes des lignes directrices relativement à l'exploitation de l'aéronef. Ces documents facilitent la prise de décisions et servent de fondement à un modèle mental commun parmi les membres de l'équipage de conduite; ils leur offrent des solutions déterminées d'avance pour diverses situations, qu'il s'agisse d'opérations normales, anormales ou d'urgence.

Les SOP incluent la division des tâches et les annonces normalisées que doivent faire le pilote aux commandes (PF) et le pilote qui n'est pas aux commandes (PNF); ces annonces normalisées comprennent celles pour les étapes d'approche et, si nécessaire, d'approche interrompue du vol. Les listes de vérification pour les opérations normales et anormales se présentent sous un format question et réponse.

---

76 NAV CANADA, *Canada Air Pilot* (CAP) Alternate weather minima, pp. 28-29.

77 Spécifications d'exploitation 100 (Ops Spec 100), Section IV – Autorisation des approches aux instruments en IFR – système mondial de positionnement sont approuvées par TC.

1.17.6 Procédures d'utilisation normalisées

1.17.6.1 Annonces normalisées

Les SOP, Section 1 - Introduction, 1.6 Annonces normalisées et exposés (tableau 6), indiquent de façon détaillée les annonces normalisées pour divers écarts de l'aéronef qui peuvent survenir durant un vol. Il n'y a ni annonce ni réponse normalisées dans le cas des avertissements SINK RATE ou PULL UP du dispositif GPWS. Il n'y a ni annonce ni réponse normalisées pour exécuter une approche de non-précision qui comprend la mise en palier de l'aéronef à l'altitude minimale de descente (MDA) et la prise de décision par rapport au point d'approche interrompue (MAP). Les SOP ne comprennent que des annonces pour une approche de précision avec une hauteur de décision (DH).

Tableau 6. Annonces d'écart normalisées des Procédures d'utilisation normalisées (modifiées pour supprimer les annonces qui n'ont aucun lien avec l'événement en cause)

Observations générales (les annonces et les réponses sont des traductions)

Observations	Annonce (pilote qui n'est pas aux commandes)	Réponse (pilote aux commandes)
Chaque fois que l'angle d'inclinaison dépasse 30°	BANK [INCLINAISON]	CORRECTING [CORRECTION]
Écarts de vitesse ±10 nœuds	VITESSE INDIQUÉE PLUS ÉCART	CORRECTING
Écarts d'altitude ±100 pi	ALTITUDE PLUS ÉCART	CORRECTING
Écarts de cap ±10°	HEADING [CAP]	CORRECTING

Observations durant la montée et la descente (les annonces et les réponses sont des traductions)

Observations	Annonce (pilote qui n'est pas aux commandes)	Réponse (pilote aux commandes)
Montée ou descente	ALTITUDE SÉLECTIONNÉE	LEAVING 17000 for 7000 [QUITTE 17000 VERS 7000]
Approche d'une altitude	1000 ABOVE/BELOW [1000 AU-DESSOUS/EN DESSOUS] 200 ABOVE/BELOW	CHECK [VU]

Observations durant le décollage et une approche interrompue (les annonces et les réponses sont des traductions)

Observations	Annonce (pilote qui n'est pas aux commandes)	Réponse (pilote aux commandes)
Vitesse ascensionnelle (décollage)	POSITIVE RATE [TAUX DE MONTÉE FRANC]	GEAR UP [TRAIN RENTRÉ]
Approche interrompue	POSITIVE RATE or NEGATIVE RATE [TAUX DE MONTÉE FRANC ou TAUX DE MONTÉE NÉGATIF]	MAX PWR GEAR UP, FLAPS ¼ [PUISSANCE MAXIMALE TRAIN RENTRÉ, VOLETS ¼]

Observations durant l'approche (les annonces et les réponses sont des traductions)

Observations	Annonce (pilote qui n'est pas aux commandes)	Réponse (pilote aux commandes)
À 140 nœuds ou moins, on appelle les vitesses à intervalles de 5 nœuds de la vitesse indiquée en croissance ou décroissance au-dessus de V_{REF}	V_{REF} plus ±écart de vitesse. (p. ex., V_{REF} plus 15, V_{REF} plus 10)	CHECK [VU]
Taux de descente supérieur à 1000 pi/min	SINK RATE [TAUX DE DESCENTE]	CORRECTING [CORRECTION]
1000 pi au-dessus des minima	1000 ABOVE [1000 AU-DESSUS]	CHECK NO FLAGS [AUCUN DRAPEAU]
500 pi au-dessus des minima	500 ABOVE	CHECK
100 pi au-dessus des minima	100 ABOVE	CHECK
Contact visuel avec les environs de la piste	ANNONCE LES REPÈRES VISUELS (position des feux, de la piste)	COUNTINUING/LANDING [POURSUIVONS/ ATTERRISSONS]
À la hauteur de décision	MINIMUMS (annonce les repères visuels)	LANDING [ATTERRISSAGE] OU
	NEGATIVE CONTACT [CONTACT NÉGATIF]	GO AROUND [REMISE DES GAZ]

Lors du vol en cause, depuis la descente jusqu'à la fin de la première approche, l'équipage de conduite a fait les annonces d'écart normalisées et a apporté les corrections, et il a exécuté d'autres vérifications nécessaires. Cependant, c'est en volant à basse altitude et au moment où il a perdu le contact visuel avec la piste, que l'équipage de conduite a commencé à omettre les annonces normalisés, les vérifications et les corrections. Ces omissions indiquent une saturation des tâches et une perte de conscience de la situation chez les 2 membres d'équipage.

Ci-dessous figurent quelques exemples probants (annexe B) :

- La première manœuvre d'approche indirecte (trajectoire orange), après la première approche de la piste 27, a été exécutée à 400 pieds asl, soit 220 pieds sous l'altitude minimale de descente (MDA) pour cette manœuvre. Le P/O a annoncé l'écart d'altitude. Le commandant a exécuté une montée, mais il a ensuite ramené l'aéronef à 400 pieds asl. Le P/O a de nouveau annoncé l'écart d'altitude. Le commandant n'a pas donné la réponse normalisée.
- À 22 h 55 min 18 s UTC, après l'annonce de remise des gaz du commandant pour interrompre l'approche (trajectoire jaune, n° 6), on a fait les annonces normalisées pour la puissance maximale, le train rentré et les volets ¼. Toutefois, ni l'un ni l'autre des membres d'équipage n'a fait l'annonce normalisée de taux de montée franc.
- Durant la montée à l'altitude de secteur de 1600 pieds pour l'approche interrompue (trajectoires jaunes n° 6 et 7), l'équipage de conduite n'a pas tenu l'axe 278° conformément à la procédure d'approche interrompue. Il a plutôt maintenu un virage constant à gauche durant la montée. Cet écart n'a donné lieu à aucune annonce ni à aucune correction.
- Durant la deuxième approche à la piste 27, à 23 h 5 min 5 s UTC (trajectoire rouge), le P/O a fait l'annonce normalisée de 100 pieds sous l'altitude minimale lorsque l'aéronef est descendu sous la MDA de 600 pieds à l'altitude de 500 pieds. Bien que le commandant ait répondu qu'il mettait en palier, l'aéronef a poursuivi sa descente à 400 pieds. Le P/O a annoncé 400 pieds. Le commandant n'a pas répondu à cette annonce, mais il a maintenu l'aéronef en palier à 400 pieds. Le P/O n'a pas annoncé cet écart.
- À 23 h 6 min 11 s UTC, lorsque le dispositif GPWS a généré l'alerte SINK RATE, et à 23 h 6 min 13 s UTC, lorsque le premier des 6 avertissements PULL UP a retenti, ni l'un ni l'autre des membres d'équipage n'a accusé réception des avertissements. Ni l'un ni l'autre des membres d'équipage n'a réagi aux avertissements du dispositif GPWS.
- À 23 h 6 min 18 s UTC, 1 seconde après la fin des avertissements PULL UP, au moment où l'aéronef se trouvait à presque 725 pieds au-delà du seuil de piste, le P/O a indiqué que le terrain paraissait en bon état. Toutefois, il a omis de faire valoir au commandant que l'altitude de l'aéronef, son taux de descente et sa vitesse indiquée étaient trop élevés.
- À 23 h 6 min 23 s UTC, le commandant a annoncé la remise des gaz, mais sans faire les annonces normalisées, et le P/O a dû lui dire la séquence correcte des mesures à prendre pour la remise des gaz. Ni l'un ni l'autre des membres de l'équipage n'a fait l'annonce de taux de montée franc.

Ces exemples démontrent aussi un manque d'assertivité de la part du P/O.

1.17.7 Approches

1.17.7.1 Exposés d'approche et d'approche indirecte

D'après les SOP, le pilote aux commandes (PF) doit faire un exposé de préparation à l'approche et doit en outre terminer cet exposé bien avant d'amorcer l'approche, habituellement avant la descente[78]. Cet exposé doit comprendre l'information suivante :

- quelle approche sera exécutée;
- comment l'approche va se dérouler;
- comment on exécutera une approche interrompue, si nécessaire.

Lord de l'événement à l'étude, avant la descente depuis l'altitude de croisière, le commandant a fait un exposé de préparation pour une approche NDB de la piste 27 avec approche indirecte de la piste 09. La manœuvre d'approche interrompue mentionnée durant l'exposé était celle décrite sur la carte d'approche aux instruments; toutefois, aucune des 2 approches interrompues n'a été exécutée conformément à l'exposé. L'exposé de préparation à l'approche du commandant comprenait les critères pour exécuter une approche interrompue en l'absence de repère visuel au point d'approche interrompue (MAP), mais l'équipage de conduite ne les a pas respectés.

À propos des exposés de préparation pour une approche indirecte, les SOP indiquent (Section 2, Opérations normales, 2.23 Approche indirecte) :

> [traduction] Lorsque le commandant fait un exposé de préparation pour une approche indirecte, il détermine qui sera le pilote aux commandes. Les facteurs de décision comprennent :
> - la topographie et les conditions météorologiques;
> - en cas de vents traversiers, le virage en étape de base doit se faire par vent debout afin de minimiser la dérive, dans la mesure du possible;
> - les restrictions d'approche indirecte indiquées sur les cartes d'approche.
>
> Le rôle du pilote aux commandes (PF) est de piloter l'aéronef à l'aide de repères visuels au sol et au moyen des instruments de vol, que son balayage visuel doit couvrir.
>
> Le principal rôle du pilote qui n'est pas aux commandes (PNF) consiste à surveiller les instruments de vol. Il peut également aider le PF à déterminer quand amorcer le virage ou la descente (vecteurs). Le PNF doit annoncer sans attendre tout écart relativement à la vitesse indiquée et à l'altitude.

L'équipage de conduite n'a tenu compte d'aucun des facteurs mentionnés ci-dessus relativement à l'approche indirecte, par exemple le relief ascendant au sud-ouest de l'aéroport, ou ne les a mentionnés dans l'exposé.

---

[78] *Perimeter SA227 Standard Operating Procedures*, Section 2, Opérations normales, 2.20 Exposé d'approche, p. 2-12.

Selon les lignes directrices d'exploitation générale pour le pilotage aux instruments au Canada[79] :

> [traduction] Il n'y a aucune procédure standard pour effectuer une approche interrompue après le début des manœuvres visuelles. À moins que le pilote connaisse bien la topographie des lieux, il est recommandé :
> a) d'amorcer une montée;
> b) de pointer l'aéronef vers le centre de l'aéroport;
> c) de placer l'aéronef, autant que possible, sur la route à suivre de l'approche interrompue publiée pour la manœuvre d'approche aux instruments que l'on vient d'exécuter.
>
> Même si l'aéroport est en vue à la MDA de l'approche indirecte, le pilote doit exécuter une approche interrompue au moindre doute quant au plafond et à la visibilité pour manœuvrer en sécurité jusqu'au point d'atterrissage.

1.17.7.2 Approches de nuit

D'après la section 2, Opérations normales, 2.26 Atterrissage de nuit, des SOP :

> [traduction] Les vols de nuit ont toujours été et demeurent encore aujourd'hui plus dangereux que les vols de jour. Cela s'explique principalement par l'absence de repères visuels et la vulnérabilité des humains aux illusions.
>
> Les départs de nuit dans des conditions d'obscurité exigent l'utilisation intensive des instruments de vol, et il est essentiel que le pilote atteigne et maintienne un taux de montée franc. En l'absence de repères visuels externes, le pilote doit se fier aux instruments de l'aéronef pour maintenir la vitesse indiquée et l'assiette afin de contrer toute fausse sensation de montée. Pour les atterrissages de nuit, on DOIT suivre les valeurs du dispositif d'alignement de descente (alignement ILS ou indicateurs PAPI ou VASIS) ou se trouver au-dessus de celles-ci, jusqu'au posé des roues. On ne doit en aucun cas poursuivre une approche de nuit en dessous des valeurs du dispositif d'alignement de descente. En l'absence d'un dispositif d'alignement de descente, les approches doivent suivre une pente de 3° calculée par l'équipage de conduite (habituellement à 3 milles en approche finale à 1000 pieds agl et à un taux de descente de 600 à 700 pi/min).

1.17.8 Paramètres d'approche stabilisée

Pour faire une approche stabilisée, on doit maîtriser et stabiliser plusieurs paramètres clés avant que l'aéronef atteigne un point prédéfini – normalement à plusieurs milles de l'aéroport, à 1000 pieds agl. Ces paramètres comprennent :[80]

---

[79] Transports Canada, TP 2076 – *Manuel de vol aux instruments* (4e édition, novembre 1997), alinéa 4.6.3(d).

[80] Extrait d'un article de blogue publié récemment par le BST et portant sur l'impact sans perte de contrôle et l'approche non stabilisée à Resolute Bay (Nunavut) (rapport d'enquête aéronautique

A. **La trajectoire :** l'avion doit suivre la trajectoire prescrite pour atteindre le sol. Cela lui évite de prendre un angle d'inclinaison excessif au dernier moment avant l'atterrissage.
B. **La vitesse :** l'avion ne doit pas s'écarter de plus de quelques milles marins à l'heure de la vitesse d'approche appropriée pour son poids et pour les conditions météorologiques. Cela lui permet d'atterrir à la vitesse la plus lente possible, tout en restant dans les limites sécuritaires.
C. **Le taux de descente :** l'avion doit pouvoir conserver sa trajectoire de descente. Cela lui évite d'effectuer trop de changements et lui permet de maintenir une vitesse de rapprochement optimale jusqu'à la piste.
D. **Le réglage de la puissance :**la puissance du moteur doit être réglée afin de maintenir une vitesse de vol et un taux de descente optimaux, comme il est indiqué précédemment. Ce réglage évite d'effectuer trop de changements à la vitesse et au taux de descente, et veille à ce que le moteur soit réglé à une puissance permettant d'accélérer rapidement au cas où une remise des gaz s'avérerait nécessaire.
E. **La configuration de l'avion :** le train d'atterrissage doit être abaissé et les volets doivent être en position finale. Cela que des changements de configuration de dernière minute aient une incidence néfaste sur la vitesse, le taux de descente et le réglage de la puissance.

Le COM ne fournit aucun paramètre pour une approche stabilisée. Les SOP, Section 2, Opérations normales, 2.25 Atterrissage, indiquent simplement, [traduction] « une approche stabilisée est essentielle à un atterrissage sécuritaire; ainsi le taux de descente ne doit pas être supérieur à 800 pi/min en dessous de 1000 pieds agl ». De bonnes politiques et procédures en matière d'approche stabilisée tiennent lieu de mécanisme de défense administratif contre les conséquences possibles, comme les sorties en bout de piste ou les impacts sans perte de contrôle.

À l'approche du seuil de la piste 27 à environ 180 pieds agl, l'aéronef n'était pas stabilisé par rapport à plusieurs des paramètres énumérés ci-dessus :

- Taux de descente supérieur à 1800 pi/min
- Vitesse indiquée – V_{REF} +25
- Manettes des gaz – ralenti

A11H0002 du BST). On peut consulter le blogue à l'adresse : http://www.bloguebst-tsbblog.com/2014/03/28/une-approche-non-stabilisee-de-trop/?lang=fr#.VYKqnVJ9uDE (dernière consultation le 18 juin 2015).

1.17.9 *Approche et atterrissage interrompus*

1.17.9.1 *Généralités*

Dans les opérations aériennes, on fait la distinction entre remise des gaz, approche interrompue, atterrissage manqué et atterrissage interrompu. La Circulaire d'information (CI) N° 700-016 (2010), *Conformité à la réglementation et aux normes sur le franchissement des obstacles avec moteur en panne* publiée par TC définit les termes suivants :

Remise des gaz -	Transition entre une approche et une montée stabilisée.
Approche interrompue -	Trajectoire de vol que suit un aéronef après l'interruption d'une procédure d'approche et l'amorce d'une remise des gaz. En règle générale, lors d'une « approche interrompue », l'aéronef suit le segment d'approche interrompue publié dans une procédure d'approche aux instruments ou les vecteurs radar jusqu'à un point d'approche interrompue, retourne atterrir ou se déroute vers un aérodrome de dégagement.
Atterrissage manqué -	Tentative d'atterrissage interrompue. Le pilote interrompt généralement l'atterrissage à basse altitude, mais avant le toucher des roues. Dans le cadre d'une approche aux instruments, on en envisage habituellement l'amorce au-dessous la DA [altitude de décision] ou la MDA [altitude minimale de descente]. On peut amorcer un atterrissage interrompu en VMC [conditions météorologiques de vol à vue] ou en IMC [conditions météorologiques de vol aux instruments]. Un atterrissage interrompu est généralement suivi d'une remise des gaz et, dans le cadre d'une approche aux instruments, d'une « approche interrompue ». Cette expression est généralement utilisée dans le contexte d'une évaluation de la configuration ou des performances d'un aéronef. On l'appelle souvent « atterrissage interrompu ».
Atterrissage interrompu -	Tentative d'atterrissage interrompue. L'expression est souvent utilisée lorsqu'il s'agit de la configuration ou de l'évaluation des performances de l'aéronef, comme dans la phrase : pente de montée de l'atterrissage interrompu[81].

---

81 Transports Canada, Circulaire d'information (CI) N° 700-016 (2010), Conformité à la réglementation et aux normes sur le franchissement des obstacles avec moteur en panne.

Un atterrissage interrompu est réputé se distinguer de façon marquée d'un régime d'atterrissage bas. D'après la Circulaire d'information CI 700-016 :

> On définit un régime d'atterrissage bas comme une situation où l'atterrissage interrompu ou l'atterrissage manqué est amorcé après que la décision d'atterrir a été prise. En régime d'atterrissage bas, l'avion est en descente à une hauteur de 50 pieds ou moins au-dessus de la piste, en configuration d'atterrissage, la poussée stabilisée près de la position « ralenti de vol » et la vitesse diminue. Toute tentative d'effectuer un atterrissage manqué ou interrompu en régime d'atterrissage bas peut entraîner un contact avec le sol[82].

1.17.9.2 Procédure d'approche interrompue ou d'atterrissage interrompu de l'entreprise

Les SOP, Section 2, Opérations normales, 2.24, Approche interrompue / Atterrissage interrompu, expliquent les tâches et les annonces à faire, mais ne précisent pas les critères ou le moment exact (point ou borne de décision) pour amorcer une approche interrompue, si nécessaire. Toutefois, les critères pour amorcer une approche interrompue à la MDA ou DH sont énoncés dans les SOP, Section 5, Notes et consignes d'exploitation, 5.18 Approche surveillée. En outre, les SOP n'indiquent pas que le PNF peut également commander une remise des gaz. D'une perspective de gestion des ressources en équipe (CRM), le fait que l'un ou l'autre des pilotes (PF ou PNF) peut commander une remise des gaz est un facteur fondamental de la réduction des accidents en approche et à l'atterrissage

Les SOP stipulent les étapes et les annonces normalisées suivantes (tableau 7) lorsque l'on doit exécuter une approche interrompue :

Tableau 1. Approche interrompue (coordination des membres d'équipage) [les annonces et les réponses sont des traductions]

Tâches du pilote aux commandes (PF)	Tâches du pilote qui n'est pas aux commandes (PNF)
Annoncer « GO AROUND » [REMISE DES GAZ]	Accuser réception « Check Go-Around » [Vu, remise des gaz]
Annoncer « Max Power, Gear up, flaps ¼ » [PUISSANCE MAXIMALE, TRAIN RENTRÉ, VOLETS ¼] Sélectionner la remise des gaz sur le directeur de vol et cabrer l'aéronef à un taux de 2° par seconde pour correspondre au directeur de vol ou cabrer à 10° tout en poussant les manettes de puissance vers le réglage de puissance maximale	Taper la main du PF et régler la puissance au réglage convenu lors de l'exposé et sélectionner le train rentré et les volets rentrés Annoncer « Max Power Set » [Puissance maximale réglée] Annoncer la vitesse V2
L'un ou l'autre des pilotes observe et annonce « POSITIVE RATE » [« TAUX DE MONTÉE FRANC »]	

[82] Transports Canada, Circulaire d'information (CI) N° 700-016 (2010), Conformité à la réglementation et aux normes sur le franchissement des obstacles avec moteur en panne.

Confirmer et annoncer « Three Positive Rates of Climb » [3 taux de montée francs]	Annoncer « Level Off » [mise en palier]
Accélérer à V_{YSE} et annoncer « FLAPS UP » [RENTRÉE DES VOLETS]	Rentrer les volets
Annoncer « I have the Powers » [J'ai les commandes]	Annoncer « You have the Powers » [Vous avez les commandes]

Source : Procédures d'utilisation normalisées, Section 2, Opérations normales, p. 2–14

Après l'annonce de remise des gaz par le commandant, l'équipage de conduite a réglé la puissance maximale, rentré le train d'atterrissage et réglé les volets à la position ¼. Ni l'un ni l'autre des pilotes n'a fait l'annonce de taux de montée franc. Les volets n'ont pas été remis en position entièrement rentrée, car l'aéronef est entré en collision avec le relief avant que l'on puisse effectuer ce réglage (annexe G).

La performance de montée de l'aéronef SA227-AC (Metro III) après un atterrissage interrompu publiée dans le manuel de vol (AFM) indique la configuration avec train sorti et pleins volets afin de fournir des données de montée à des taux ascensionnels précis. Ces données reposent sur la procédure d'atterrissage interrompu suivante (figure 11) :

Figure 11. Manuel de vol de l'aéronef Fairchild SA227, Section 2, Atterrissage interrompu [traduction]

ATTERRISSAGE INTERROMPU

NOTE

Lorsqu'elle est nécessaire pour franchir un obstacle, cette procédure permet d'obtenir la performance de montée représentée à la section 4G.

1. Manettes des gaz .... 650 °C EGT OU COUPLE À 100 % (SELON LA PREMIÈRE ÉVENTUALITÉ)
2. Vitesse de montée ....ATTEINDRE (VOIR FIGURE 4G-5 OU 4G-6)
3. Taux de montée..ÉTABLIR TAUX DE MONTÉE FRANC
4. Train d'atterrissage... RENTRÉ
5. Volets .... RENTRER À 1/2
6. Vitesse indiquée .... ACCÉLÉRER À 125 KIAS
7. Volets .... RENTRÉS
8. Commutateurs de chauffage du moteur et des hélices .... AU BESOIN
9. Commutateurs du mode d'allumage......................................NORMAL OU AU BESOIN

OU

Commutateurs d'allumage automatique ou commandé ....AUTO OU CONT

(VOIR PAGES 2-27 OU 2-28, 2-50, 2-53 ET 2-55)

Selon la procédure d'atterrissage interrompu dans l'AFM, on doit établir un taux de montée franc avant de rentrer le train d'atterrissage, puis régler les volets à la position ½, tandis que la procédure d'approche interrompue ou d'atterrissage interrompu des SOP de l'entreprise stipule que l'on doit rentrer le train et régler les volets à la position ¼ immédiatement après l'application de la puissance maximale. Un changement à la configuration peut nuire à la performance de l'aéronef en réduisant la portance à un moment crucial lorsque l'aéronef est proche du sol.

L'entreprise a mis à l'essai la procédure de l'AFM dans un environnement contrôlé, vers la fin des années 1990 ou au début des années 2000. L'essai a eu lieu à bord d'un aéronef Metro II, étant donné que Perimeter n'a fait l'acquisition de l'aéronef Metro III qu'en 2005. Bien que les SOP de l'entreprise ne fassent aucune distinction entre haut régime et bas régime, la formation comprend la remise des gaz à bas régime. L'AFM de l'aéronef Metro II recommande une vitesse de montée initiale de 96 nœuds, vitesse que l'entreprise considérait

comme très lente pour un aéronef Metro II avec son train et ses volets sortis. L'entreprise estimait en outre que, par temps chaud et avec l'aéronef chargé à la limite, il serait impossible d'atteindre un taux de montée franc en configuration d'atterrissage. Selon Perimeter, la meilleure procédure pour garantir la montée de l'aéronef et son éloignement du sol était d'insister sur le cabrage de l'aéronef et le changement immédiat de configuration. En 2005, lorsque Perimeter a fait l'acquisition d'un aéronef Metro III, on a transféré en grande partie les procédures, la culture et la philosophie de l'aéronef Metro II au nouvel aéronef.

La formation donnée aux équipages de conduite leur montrait d'attendre l'annonce de taux de montée franc avant de reconfigurer l'aéronef après une remise des gaz, surtout en cas de cisaillement du vent. Cela n'était pas nécessairement le cas pour les atterrissages interrompus et la remise des gaz en d'autres circonstances. Au cours des 3 années précédentes, toutefois, l'entreprise avait enseigné à ses pilotes d'attendre un taux de montée franc avant de demander le changement de configuration. Ni les SOP ni la formation ne reflétaient ce changement à ce moment-là; aujourd'hui, la formation insiste sur la nécessité de confirmer un taux de montée franc, dans toutes les situations de remise des gaz, avant de demander un changement de configuration. À l'automne 2013, l'entreprise a entrepris d'incorporer ce changement dans ses SOP.

1.17.9.3 Performance de montée après un atterrissage interrompu

On a calculé la trajectoire et la performance de l'aéronef à partir des renseignements suivants :

- le CVR;
- les positions du GPS Skytrax;
- les avertissements du GPWS;
- l'information fournie par l'aéroport;
- l'AFM;
- l'observation de l'aéronef survolant la piste;
- les données météorologiques au moment de l'événement.

Les tableaux de performance de montée pour un atterrissage interrompu dans l'AFM[83] indiquent le taux de montée attendu que l'on peut réaliser après un atterrissage interrompu en suivant la procédure spécifiée. Cette performance est possible avec tous les moteurs fonctionnant à un régime spécifié et l'aéronef en configuration d'atterrissage.

Les conditions météorologiques dans lesquelles se trouvait l'aéronef étaient favorables au givrage, et le CVR et l'épave indiquent tous les 2 la présence d'une mince couche de glace accumulée sur le bord d'attaque des ailes. Selon l'équipage de conduite, cette accumulation

---

[83] Fairchild, *SA227-AC Airplane Flight Manual*, Performance chart, Figure 4G-4, p. 4G-5 8AC, muni d'hélices McCauley.

était négligeable. L’AFM[84] indique la performance d’atterrissage interrompu dans le cas de l’aéronef contaminé par une accumulation de glace, dans la limite des essais réalisés durant la certification de l’aéronef. D’après le tableau 4H-7 de l’AFM, le taux de montée serait de 1280 pi/min à une vitesse indiquée de 122 nœuds, si l’on utilise les mêmes conditions que durant l’événement :

- température de −5 °C,
- altitude-pression de 800 pieds,
- antigivrage moteur allumé (ON),
- contaminé par une accumulation de glace,
- masse calculée de l’aéronef de 14 200 livres.

La réalisation des paramètres de performance de l’avionneur est conditionnelle au respect des procédures d’atterrissage et d’atterrissage interrompu décrites dans l’AFM et qui ont été élaborées durant la certification de l’aéronef. La procédure d’atterrissage a été élaborée pour garantir une approche stabilisée lorsque la vitesse indiquée, le taux de descente et l’assiette sont dans une plage acceptable pour un posé sécuritaire. La procédure d’atterrissage interrompu a été élaborée à partir de ces conditions d’atterrissage spécifiées pour garantir que l’aéronef peut exécuter en toute sécurité la transition vers la montée, au cas où le pilote devrait interrompre l’atterrissage. Si les conditions réelles sont différentes de celles rencontrées durant la certification ou les procédures que l’on suit en service sont différentes de celles établies durant la certification, la condition d’atterrissage stabilisé ou la performance publiée d’atterrissage interrompu pourraient être impossibles à réaliser.

1.17.10 Formation relative au dispositif avertisseur de proximité du sol

Comme le précise le manuel de pilotage (FTM) de l’entreprise, dans le cadre de la partie de l’entraînement au vol portant sur la gestion des systèmes, le module de formation d’une heure sur les impacts sans perte de contrôle (CFIT) et l’entraînement au vol à bord de l’aéronef Metro comprennent la formation de sensibilisation au dispositif GPWS.

D’après le chapitre 8 du COM, section 8.9.6, en cas d’avertissement du GPWS, [traduction] « …les pilotes doivent immédiatement, et sans hésiter pour analyser l’avertissement, exécuter le cabré exigé ». Le texte précise en outre que [traduction] « L’équipage de conduite doit suivre cette procédure de cabrage immédiat, sauf dans des conditions météorologiques de vol à vue de jour et par temps clair, lorsque l’équipage peut immédiatement et sans équivoque confirmer une fausse alerte du GPWS ». La formation ne couvre pas le contenu du COM qui concerne le GPWS, mais la formation CFIT annuelle comprend la réaction des équipages de conduite aux avertissements du dispositif.

Les SOP pour l’aéronef SA227 n’offrent aucune directive quant aux mesures nécessaires à prendre en cas d’avertissement ou d’alerte du GPWS. Il n’y a ni annonce ni réponse

---

84 Fairchild, *SA227-AC Airplane Flight Manual*, Figure 4H-7, p. 4H-9 8AC.

normalisée dans le cas d'un dispositif GPWS qui génère des avertissements SINK RATE ou PULL UP.

L'AFM comprend un supplément sur le GPWS qui contient la même information concernant le fonctionnement du système que l'on trouve dans le guide du pilote du dispositif d'avertissement Mark VI. Ce guide dresse la liste des procédures recommandées à suivre après une activation en vol des alertes ou avertissements. La section 1.6.4 du présent rapport comprend l'information relative aux paramètres qui déclenchent les différents avertissements du dispositif GPWS.

En cas de déclenchement de l'alerte SINK RATE en vol, la page 29 du guide recommande de mettre les ailes à l'horizontale et de réduire le taux de descente jusqu'à ce que cessent les alertes sonore et visuelle. En ce qui concerne l'avertissement PULL UP en vol, la page 28 du guide recommande :

> [traduction] Si l'aéronef se trouve dans des conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC) ou dans l'obscurité lorsque l'alerte ou l'avertissement retentit :
> 1. Mettre les ailes de l'aéronef à l'horizontale tout en cabrant à une vitesse de rotation de 2 à 3° par seconde pour atteindre le meilleur angle d'assiette de montée.
> 2. Donner la puissance maximale.
> 3. Surveiller le radioaltimètre pour toute tendance vers une collision avec le relief et ajuster l'assiette en cabré vers le haut en conséquence, en tenant compte de l'avertissement de vibrations de prédécrochage.
> 4. Continuer la montée maximale droit devant jusqu'à ce que cessent les avertissements visuel et sonore.
> 5. Informer le contrôle de la circulation aérienne si nécessaire.

L'enquête a conclu qu'à l'heure actuelle les pilotes de l'entreprise ont une connaissance limitée des paramètres de l'aéronef qui déclenchent les alertes et les avertissements du dispositif GPWS. Toutefois, les équipages de conduite savent très bien que s'ils ont le contact visuel avec la piste et si une alerte ou un avertissement retentit, ils doivent d'abord accuser réception de l'alerte ou de l'avertissement, puis annoncer leur intention de poursuivre l'approche ou non.

1.17.11 Systèmes de gestion de la sécurité

Les renseignements ci-après concernant les systèmes de gestion de la sécurité (SGS) sont extraits en partie du chapitre 5 du *Manuel de gestion de la sécurité*, document 9859 de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI). Selon les principes du SGS, les exploitants doivent gérer de façon proactive leurs risques pour la sécurité et avoir en place les systèmes nécessaires pour garantir que leurs activités se conforment en tout temps aux exigences réglementaires. Le système est conçu pour améliorer la sécurité de façon continue en cernant les dangers, et en recueillant et en analysant les données afin d'évaluer en continu les risques pour la sécurité. Le SGS cherche à limiter ou à atténuer de façon proactive les risques avant que ces derniers ne mènent à des accidents et à des incidents aéronautiques.

Le SGS intègre les opérations et les systèmes techniques à la gestion des ressources financières et humaines pour garantir la sécurité de l'aviation ou la sûreté du public. L'utilisation d'un SGS entraîne nécessairement la mesure, l'évaluation et la rétroaction constante au système afin d'être proactif en matière de sécurité.

À l'aide de rapports du SGS, de nombreux exploitants recueillent, analysent et utilisent leurs propres données de sécurité relatives aux diverses étapes de vol, de manière à pouvoir cibler les domaines précis de leurs activités qui posent les plus grands risques. La méthode « Flight Operational Quality Assurance » (FOQA, assurance de la qualité des opérations aériennes)[85] n'est qu'un exemple d'une méthode de collecte et d'analyse de données qui vise à promouvoir la sécurité au sein d'une entreprise.

L'OACI a rendu obligatoires l'élaboration et la mise en œuvre des SGS pour atteindre un niveau de sécurité acceptable dans les opérations aériennes de ses 190 États membres, dont le Canada. Transports Canada s'est engagé à mettre en œuvre un SGS dans les organisations aéronautiques en 2005. Les exploitants canadiens qui mènent leurs activités en vertu de la sous-partie 705 du RAC avaient jusqu'en 2010 pour se conformer à cette directive.

En mai 2010, Perimeter a achevé son SGS et TC l'a accepté. Le manuel du SGS de l'entreprise décrit les politiques et les procédures qui régissent les activités du SGS dans ses opérations. Bien que le SGS ait été développé pour satisfaire aux exigences de mise en œuvre d'un SGS relativement aux opérations aériennes assujetties à la sous-partie 705 du RAC, Perimeter applique son SGS à toutes ses autres opérations aériennes, y compris celles assujetties aux sous-parties 703 et 704.

Un système de compte rendu non punitif fait partie intégrante de tout SGS. Grâce à ce système, les employés d'une organisation bénéficient d'une immunité relative contre toute mesure punitive afin de les encourager à signaler tout incident ou toute préoccupation en

---

85 La méthode FOQA est un programme de sécurité volontaire qui vise à améliorer la sécurité aérienne par l'utilisation proactive de données recueillies en vol. Les exploitants vont utiliser ces données pour cerner et corriger les lacunes dans tous les domaines des opérations aériennes. Si elles sont bien utilisées, les données FOQA peuvent aider à réduire ou à éliminer les risques pour la sécurité, ainsi qu'à minimiser les écarts par rapport aux règlements.

matière de sécurité. On considère que les compte rendu liés au SGS sont une approche positive à la sécurité et qu'il faut les encourager.

Même si, de l'avis du personnel, la réaction de la direction aux questions soulevées par l'intermédiaire du système de compte rendu du SGS était généralement correcte, l'une des préoccupations continues concernait la question de la prolongation du temps de service des équipages de conduite. L'article 700.17 du RAC permet la prolongation du temps de service des équipages de conduite en cas de circonstances opérationnelles imprévues. Perimeter avait récemment étoffé la description, et précisé le sens, de « circonstances opérationnelles imprévues » dans son COM pour aider les équipages de conduite à déterminer si ces conditions étaient pertinentes. Le RAC et le contrat des pilotes de Perimeter comprennent les critères qui définissent les « circonstances opérationnelles imprévues ».

En outre, il est possible de planifier la prolongation du temps de service en changeant le type d'exploitation d'un vol, de la sous-partie 704 au segment aller, à la sous-partie 703 au segment de retour. Il semble que l'entreprise utilisait couramment cette méthode pour prolonger le temps de service des équipages de conduite. Cette pratique est également courante chez beaucoup d'autres exploitants, car la réglementation de TC en vigueur leur permet de le faire. Les pilotes de Perimeter, notamment le commandant de bord en cause, avaient soulevé cette préoccupation de sécurité au moyen du système de compte rendu du SGS, mais au moment de l'événement, les équipages de conduite estimaient que la question n'avait pas été réglée adéquatement.

1.17.12 Analyse de sécurité

Le manuel du SGS de Perimeter comprend la définition suivante de l'expression « analyse de sécurité » :

> [traduction] Exercice d'évaluation des risques que fait l'équipe Exploitation pour s'assurer d'évaluer, d'aborder et d'atténuer autant que possible certains risques existants avant qu'elle mène ses activités. Les analyses de sécurité servent d'outil proactif pour prévoir, prévenir et atténuer les dangers cachés possibles et potentiels entraînés par des changements dans l'entreprise ou à la réglementation. Les analyses de sécurité doivent, autant que possible, faire appel à une approche d'équipe qui comprend les employés de première ligne et les superviseurs, le gestionnaire du SGS agissant comme facilitateur. Les changements ci-après doivent donner lieu à une analyse de sécurité :
>
> - avant tout changement important aux activités, aux systèmes, aux processus ou aux procédures d'entretien;
> - aussitôt que possible lorsqu'il y a changement de personnel clé;
> - avant l'ajout d'une nouvelle route ou un changement aux structures de route existantes;
> - avant l'ajout d'un nouveau type d'aéronef à la flotte;
> - avant la mise en service d'un système avionique, nouveau ou passablement différent;
> - avant de desservir de nouvelles destinations ou de nouveaux aéroports;
> - avant tout changement important aux exigences de la réglementation en vigueur, ou aussitôt que possible.

> Cette liste n'est pas nécessairement exhaustive, c'est donc dire qu'un gestionnaire peut mettre en œuvre une analyse de sécurité chaque fois qu'il le juge nécessaire. Si, selon l'évaluation, les risques demeurent trop élevés, le ou les vols devraient normalement être annulés.

CYSK ressemble à bien d'autres aéroports que dessert quotidiennement Perimeter. Le nombre de vols à destination de CYSK assurés par Perimeter a augmenté de janvier 2012 à décembre 2012, avec au début quelques vols par mois seulement, avant d'atteindre 11 vols par mois en novembre et en décembre 2012, pour un total de 62 vols cette année-là. Par conséquent, on ne considérait pas CYSK comme une nouvelle destination lorsque l'entreprise a reçu une demande de nolisement pour le 22 décembre 2012. La direction a donc jugé qu'une analyse de sécurité n'était pas nécessaire pour cette destination.

Avant l'événement à l'étude, TC n'avait jamais demandé d'analyse de sécurité pour d'autres vols nolisés vers CYSK. Ni TC ni Perimeter n'avaient cerné les facteurs de risque possibles relativement aux vols à destination de CYSK, qu'il s'agisse de vols de jour ou de nuit.

1.17.13 Surveillance exercée par Transports Canada

Le programme de surveillance[86] de Transports Canada, Aviation civile (TCAC) a pour objectif de confirmer que le détenteur d'un document d'aviation canadien (DAC) se conforme au RAC. Lorsque le détenteur d'un DAC est titulaire de plus d'un certificat (organisme de maintenance accrédité, permis d'exploitation aérienne, certificat d'aéroport, etc.), TCAC adopte une approche globale à la surveillance, c'est-à-dire que tous les certificats que détient une entreprise sont assujettis à la même activité de surveillance. TCAC s'attend à ce que l'entreprise se conforme à toutes les dispositions requises du RAC, y compris le SGS.

Le programme de surveillance de TCAC comprend 3 principales activités de surveillance : l'évaluation du SGS, l'inspection de validation de programme (IVP)[87] et l'inspection de processus (IP)[88]. L'évaluation du SGS et l'IVP sont des activités de surveillance des systèmes, tandis que l'IP est une activité de surveillance des processus.

---

[86] Transports Canada, *Instruction visant le personnel* nº SUR-001, Édition nº 4. SUR-001 est entrée en vigueur le 17 novembre 2010 et régissait les activités de surveillance décrites dans le présent rapport. Elle a été remplacée par l'Édition nº 5 le 28 juin 2013. À moins d'indication contraire, le présent document renvoie à l'Édition nº 4.

[87] Processus comprenant une recherche et un examen sur place d'un ou de plusieurs composants d'un système de gestion de la sécurité ou d'autres secteurs d'une entreprise soumis à la réglementation. Transports Canada, *Instruction visant le personnel* nº SUR-001, Édition nº 4, Définitions, p. 8.

[88] Examen approfondi du processus d'une entreprise qui sert à produire un extrant. Transports Canada, *Instruction visant le personnel* nº SUR-001, Édition nº 4, Définitions, p. 9.

On évalue le SGS d'une entreprise ainsi que sa capacité à maintenir efficacement sa conformité à toutes les exigences réglementaires. D'après la Partie I - Dispositions générales, alinéa 107.03 du RAC, un SGS doit comprendre :

> (a) une politique en matière de sécurité sur laquelle repose le système;
> (b) un processus qui permet d'établir des buts en vue d'améliorer la sécurité aérienne et de déterminer dans quelle mesure ils ont été atteints;
> (c) un processus qui permet de déceler les dangers pour la sécurité aérienne et d'évaluer et de gérer les risques connexes;
> (d) un processus qui fait en sorte que le personnel soit formé et compétent pour exercer ses fonctions;
> (e) un processus qui permet de rendre compte à l'interne des dangers, des incidents et des accidents et de les analyser et qui permet de prendre des mesures correctives pour empêcher que ceux-ci ne se reproduisent;
> (f) un document contenant tous les processus du système de gestion de la sécurité et un processus qui fait en sorte que le personnel connaisse ses responsabilités à l'égard de ceux-ci;
> (g) un programme d'assurance de la qualité;
> (h) un processus qui permet d'effectuer des examens ou des vérifications périodiques du système de gestion de la sécurité et des examens ou des vérifications du système de gestion de la sécurité pour un motif valable;
> (i) toute exigence supplémentaire relative au système de gestion de la sécurité qui est prévue par le présent règlement.

Selon l'Instruction visant le personnel n° SUR-001, Édition n° 4 de TC :

> Une IVP [inspection de validation de programme] consiste en un examen suffisamment poussé visant à déterminer le degré de conformité et d'efficacité d'une composante. Le recours à une IVP suffit à s'assurer que le titulaire de certificat a mis en œuvre des politiques, des processus et des procédures efficaces pour respecter les exigences réglementaires.
>
> Une IVP diffère d'une évaluation en ce sens qu'elle ne porte pas sur l'intégralité du SGS. Elle sert à vérifier que toutes les exigences associées à une composante spécifique du modèle de SGS sont documentées, mises en œuvre, appliquées et efficaces. Une IVP est une méthode de surveillance périodique qui remplace les inspections classiques[89].

L'IVP est une activité de surveillance plus limitée et plus concentrée qui vise un élément, par exemple un programme d'assurance de la qualité. Si l'inspection a relevé des non-conformités, l'entreprise doit alors présenter un plan de mesures correctives pour corriger, dans le délai accordé, les éléments définis dans les constatations. Le plan de mesures correctives peut être à court ou à long terme. On fait ensuite des inspections de suivi pour

---

[89] Transports Canada, Surveillance de la sécurité aérienne, *Instruction visant le personnel* n° SUR-001 Édition n° 4, sections 13.1 et 15.1.

s'assurer de la conformité continue aux exigences réglementaires et de la mise en œuvre du plan de mesures correctives approuvé.

L'inspection de processus (IP) examine un seul processus pour déterminer sa conformité aux exigences réglementaires. Elle vise à fournir des renseignements qui serviront à soutenir les décisions relatives au niveau de risque d'un titulaire de certificat et toute surveillance additionnelle qui pourrait être nécessaire. Une IP doit avoir lieu pour faire un suivi des observations d'une IP antérieure ou des éléments qui ont été cernés tout particulièrement comme étant des dangers potentiels, après des changements dans une division particulière d'une entreprise. Seuls des motifs valables peuvent justifier une IP. Par exemple, on fait une IP après un événement ou lorsqu'une entreprise traverse une période de croissance ou de changements, s'il y a lieu.

TC mène ces activités de surveillance pour s'assurer que les politiques et les procédures[90] mises en place et comprises dans les manuels de l'entreprise (SGS, COM et SOP) sont bel et bien mises en pratique[91]. L'objectif est de s'assurer que les opérations d'une entreprise se déroulent conformément à la réglementation, mais aussi que l'entreprise mène ses activités de façon sécuritaire. La détermination des dangers potentiels[92] fait également partie des activités de surveillance. On fait des évaluations des risques pour tout danger que l'on a pu cerner. Les constatations que fait ressortir toute activité de surveillance concernent les domaines qui ne sont pas conformes aux exigences réglementaires. Si une procédure ou une pratique ne dépasse pas les limites des exigences réglementaires, elle ne donne pas nécessairement lieu à une constatation.

TC avait fait une IVP annuelle à Perimeter, du 10 au 14 septembre 2012, afin de vérifier si l'exploitant avait un programme d'assurance de la qualité (PAQ) et un système de la surveillance de la sécurité efficaces. L'IVP a relevé 6 constatations concernant :

---

90 Les procédures d'une organisation stipulent les mesures particulières qu'une personne doit prendre pour accomplir une tâche. Elles mettent en application la philosophie et les politiques en indiquant comment on doit exécuter le travail. (Bureau de la sécurité des transports du Canada, *Guide - Enquête sur les facteurs liés à l'organisation et à la gestion*, version 1, février 2002.*)*

91 Les pratiques d'une organisation reflètent ce qui se passe réellement durant les opérations quotidiennes. Dans un monde idéal, les pratiques suivraient les procédures à la lettre. Toutefois, en réalité et pour toutes sortes de raisons, les pratiques peuvent s'écarter des procédures écrites. (Bureau de la sécurité des transports du Canada, *Guide - Enquête sur les facteurs liés à l'organisation et à la gestion*, version 1, février 2002.*)*

92 Un danger est une situation susceptible de causer un incident ou un accident aéronautique ou d'y contribuer**.** Transports Canada, Surveillance de la sécurité aérienne, *Instruction visant le personnel*, nº SUR-001 Édition nº 4, Définitions. La *Loi sur le Bureau canadien d'enquête sur les accidents de transport et de la sécurité des transports* définit un accident comme étant un événement qui résulte directement de l'exploitation de l'aéronef et si une personne subit une blessure grave ou décède.

- la documentation et la gestion des dossiers – on a constaté que certaines parties du COM étaient désuètes ou incomplètes;
- la surveillance de la sécurité et la gestion du risque (2 constatations) – on a constaté que le manuel SGS ne comprenait aucun délai pour les plans de mesures correctives à long terme;
- la formation ainsi que la formation, la sensibilisation et les compétences – on a constaté que pour les activités menées en vertu de la sous-partie 705, les dossiers des agents de bord ne comprenaient aucun renseignement concernant la formation sur le contrôle de l'accès au poste de pilotage, et qu'il manquait certains renseignements concernant la formation sur les marchandises dangereuses;
- le programme d'assurance qualité (2 constatations) – on a constaté l'absence ou l'omission de renseignements concernant le PAQ relatifs aux délais et au manuel des inspections du programme d'entretien.
- Perimeter a présenté son plan de mesures correctives à TC, qui l'a approuvé le 10 décembre 2012. L'entreprise et TC ont eu de nombreux échanges (discussions et courriels) pour demeurer au fait des attentes et des délais du plan de mesures correctives relativement aux différents éléments à corriger.

TC a surveillé les activités de contrôle d'exploitation de type B durant le mois de décembre 2012 et a vérifié les compétences du régulateur de vols en mai 2013. Tous les éléments compris dans le plan de mesures correctives 2012 ne pouvaient pas être corrigés dans les délais prescrits, mais TC a été tenu au courant des progrès réalisés, et les parties ont discuté de nouveaux délais raisonnables.

À la suite de l'événement à l'étude, TC a indiqué son intention de faire une « IP après événement »; celle-ci a eu lieu à la fin de janvier 2013. Fondée sur des renseignements préliminaires sur les facteurs contributifs potentiels de l'événement, cette IP visait uniquement à évaluer le processus qu'utilisait Perimeter pour surveiller ses activités de nolisement. L'IP de janvier 2013 a fait 2 observations :

- la non-conformité de Perimeter à sa propre politique sur l'exécution des analyses de sécurité;
- une lacune dans la documentation du programme de formation sur la sécurité en cabine de Perimeter relative à l'absence d'exigences réglementaires clés (par exemple, il y avait des procédures écrites pour les exposés, mais la formation sur l'exposé obligatoire sur les mesures de sécurité, l'exposé sur les sièges adjacents aux issues de secours et sur les issues de secours, et l'exposé individuel sur les mesures de sécurité était insuffisante).

TC était au courant que la mère et son bébé avait occupé le siège 1G, à côté de la sortie, durant le vol en cause. Toutefois, l'IP après événement n'a pas relevé comme non-conformité

à la réglementation, durant ce vol nolisé particulier, l'attribution d'un siège adjacent à une issue de secours à un passager responsable d'une autre personne[93].

Le danger de ne pas retenir un bébé dans un ensemble de retenue n'a pas été relevé. Comme la réglementation en vigueur n'exige pas l'utilisation d'un ensemble de retenue d'enfant, il n'y avait aucune non-conformité aux exigences réglementaires.

1.18 Renseignements supplémentaires

1.18.1 Enjeux relatifs à la performance humaine

Un certain nombre de facteurs humains, comme la frustration, la fatigue et le stress, peuvent influer sur la performance humaine dans les activités où la sécurité est essentielle. Ces facteurs peuvent donner lieu aux comportements suivants :

- irascibilité,
- volonté de prendre des risques,
- omission des vérifications et non-respect des procédures normales,
- mesures correctives inappropriées (capacités de résolution de problème),
- mauvaise interprétation d'une situation,
- mauvais jugement de la distance, de la vitesse ou du temps.

La frustration, la fatigue et le stress peuvent avoir agi sur le comportement des 2 membres de l'équipage de conduite, en particulier celui du commandant de bord; l'exploitation de l'aéronef sans tenir compte des procédures apprises et des exigences publiées en est une indication.

1.18.1.1 Frustration

On définit la frustration comme l'état de quelqu'un qui est frustré, empêché d'atteindre un but ou de réaliser un désir[94]. La contrainte de temps accroît la probabilité d'une prise de décisions risquées, car on passe moins de temps à accéder à l'information lorsqu'on est pressé comparativement à lorsqu'on ne l'est pas[95]. En outre, la contrainte de temps amplifie la frustration ou la colère liée au retard et fait que cette frustration ou cette colère persiste dans plusieurs situations, même après l'élimination de la cause du retard. La frustration ou

---

93 Alinéa 704.33(1)(d) Procédures de sécurité dans la cabine et sur l'aire de trafic du Règlement de l'aviation canadien (RAC) et Circulaire d'information (CI) 700-014, Exigences en matière d'attribution des sièges et d'accessibilité des transports aériens, section 4.0 Sièges adjacents aux issues de secours (4)(g).

94 Dictionnaire de français Larousse en ligne. Disponible à l'adresse : http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/frustration/35469?q=frustration#35437 (dernière consultation le 25 juin 2015).

95 A.J. Maule, A.J., G.R.J. Hockey et L. Bdzola, (2000). « Effects of time-pressure on decision-making under uncertainty: changes in affective state and information processing strategy », *Acta Psychologica*, 104, pp. 283–301.

la colère peuvent mener à sous-estimer la probabilité que se produise une situation risquée, et à choisir une option plus risquée que celle que l'on choisirait si l'on n'était pas frustré ou en colère[96].

Les gens emploient couramment les jurons pour exprimer la colère et la frustration[97]. Le taux moyen estimé de jurons oscille entre 0,5 et 0,7 %, ou de 80 à 90 jurons par jour (5,3 à l'heure)[98]. Le commandant de bord a prononcé 43 jurons en conversation avec le P/O durant la période de 2 heures qui a précédé l'événement, soit un taux approximatif de 21,5 jurons à l'heure. Un tel comportement de la part du commandant était inhabituel.

1.18.1.2 Fatigue

On a examiné la question de la fatigue pour vérifier si elle aurait pu nuire à la capacité de l'équipage de conduite d'exécuter ses tâches. L'analyse de l'historique de travail et de repos au cours des 72 heures précédant l'événement n'a pas mis en cause la fatigue comme facteur susceptible d'avoir nui à la performance. Ni l'un ni l'autre des membres de l'équipage de conduite n'estimait que la fatigue était un enjeu avant le vol.

Toutefois, les 2 membres de l'équipage avaient dit qu'ils se sentaient fatigués durant le vol, car la journée avait été longue. De plus, l'événement est survenu vers la fin de la dépression circadienne d'après-midi, période où le sentiment de fatigue est plus prononcé et peut influer sur la performance[99].

Malgré le fait qu'il avait passé 8 heures au lit la nuit précédant l'événement à l'étude, le commandant de bord n'avait eu que 6,5 heures de sommeil si l'on tient compte du fait qu'il avait été éveillé pendant 1,5 heure durant la nuit. Étant donné la période de veille de 1,5 heure du commandant de bord et par conséquent la période de sommeil écourtée la veille du vol, il se peut qu'une perturbation aiguë du sommeil[100] ait été un facteur dans le son

---

96 A.N. Stephens et J.A. Groeger, (2011). « Anger-congruent behaviour transfers across driving situations », *Cognition & Emotion*, 25 (8), pp. 1423–1438.

97 T. Jay (2000). *Why we curse.* Philadelphia: John Benjamins.

98 T. Jay (2009). « The utility and ubiquity of taboo words », *Perspectives on Psychological Science*, 4(2), pp. 153-161.

99 Cycle du rythme circadien (dépression circadienne) : la fatigue augmente légèrement au milieu de l'après-midi, et considérablement durant la dépression du rythme circadien, entre 22 h 30 et 4 h 30.

100 On considère habituellement comme significatives les réductions aiguës de la quantité de sommeil lorsqu'elles durent au moins 30 minutes. Les baisses de qualité de sommeil sont le résultat de réveils ou d'autres changements importants à la structure normale et typique du sommeil causés par des changements à l'heure du coucher et du réveil, un environnement de sommeil difficile (p. ex., dortoir bruyant), les choix alimentaires (p. ex., caféine, alcool) ou le stress mental, entre autres. On considère habituellement comme significatives les réductions de quantité du sommeil lorsque la quantité de sommeil lent profond baisse sous les 10 à 20 % requis, ou lorsque le sommeil rapide est écourté à moins des 15 à 20 % requis, même si la durée totale du sommeil demeure la même.

comportement durant le vol en augmentant le risque de fatigue et en intensifiant les baisses connexes de la performance. De plus, il se peut que le cycle du rythme circadien ait aggravé la fatigue attribuable à la perturbation aiguë du sommeil. Le P/O avait dormi environ 8 heures la veille du vol en cause. Comme son sommeil n'avait pas été perturbé durant la nuit, on estime que la fatigue présentait un moindre risque pour lui. Au moment de l'événement, les 2 membres de l'équipage avaient été éveillés pendant environ 11 heures.

1.18.1.3 Stress et performance

Des niveaux élevés de stress peuvent avoir une incidence défavorable sur la capacité du pilote à percevoir et à évaluer les indices dans son environnement et peuvent entraîner une diminution de l'attention. Des études ont montré que les personnes stressées ont tendance à ne porter attention qu'aux stimuli qu'elles perçoivent comme étant les plus importants ou les plus pertinents selon la tâche à accomplir[101]. Ainsi, les pilotes pourraient n'être attentifs qu'à certains indices à l'exclusion d'autres et ne plus être conscients de la situation. Il est crucial pour les pilotes de réévaluer continuellement la situation dans laquelle ils se trouvent afin de déterminer si la perception qu'ils en ont est exacte, et si le plan se déroule comme prévu ou si un changement s'impose.

1.18.2 Gestion des ressources en équipe

1.18.2.1 Généralités

Durant chaque vol, les pilotes doivent bien interagir entre eux, avec l'aéronef, avec les listes de vérification connexes, les manuels et leur environnement afin de gérer efficacement les menaces, les erreurs ou les états défavorables de l'aéronef qui pourraient survenir. La gestion des ressources en équipe (CRM) a pour objectif de réduire l'erreur humaine en aviation en assurant une meilleure coordination de l'équipage. La CRM est généralement acceptée comme étant l'utilisation de toutes les ressources dont dispose l'équipage de conduite pour garantir la sûreté et l'efficacité des opérations aériennes.

La communication efficace entre les membres d'équipage est l'une des aptitudes que l'on associe à une bonne CRM. La bonne communication donne lieu à une bonne prise de décisions, à une bonne gestion de la charge de travail, à une bonne résolution des problèmes et à une meilleure conscience de la situation. Les membres d'équipage doivent avoir le même modèle mental de l'état actuel de l'aéronef et la même information environnementale; en résulteront ainsi de meilleures prévisions et une meilleure coordination des actions pour atteindre un objectif commun.

1.18.2.2 Formation sur la gestion des ressources en équipe

Une formation en CRM suffisante et représentative améliore les attitudes par rapport à la coordination de l'équipage et donne lieu à un travail d'équipe plus efficace. Elle favorise

---

101 Crew Resource Management CRM Standing Group, *Crew Resource Management*. Royal Aeronautical Society, Londres, Royaume-Uni, 1999.

également un meilleur rendement de l'équipage de conduite et améliore la capacité de celui-ci à gérer les situations qui sortent de l'ordinaire[102]. En outre, des études ont montré qu'une formation périodique est nécessaire pour retenir les concepts appris durant la formation en CRM. Si l'on omet de renforcer ces concepts et par conséquent les effets positifs de la formation en CRM, ces effets ont tendance à s'estomper.

À la suite d'une enquête du BST sur une sortie de piste en Colombie-Britannique, en juillet 1993 (rapport d'enquête aéronautique A93P0131 du BST), le Bureau avait recommandé (A95-11) que TC établisse des lignes directrices en matière de CRM et de formation sur la prise de décisions pour tous les exploitants et tout le personnel navigant qui œuvre dans l'aviation commerciale. La réponse de TC à la recommandation portait uniquement sur les activités menées en vertu de la sous-partie 705[103] du RAC et n'exigeait aucune formation en CRM pour les activités menées en vertu des sous-parties 703 et 704.

À la suite d'un impact sans perte de contrôle (CFIT) en Saskatchewan, en janvier 2007 (rapport d'enquête aéronautique A07C0001 du BST), le BST a recommandé (A09-02) que TC exige des exploitants aériens commerciaux qu'ils dispensent une formation en CRM contemporaine à leurs pilotes qui mènent des opérations en vertu des sous-parties 703 et 704 du RAC.

Depuis sa réponse initiale à la recommandation A09-02 faite en 2010, TC s'est employé à développer une norme de formation en CRM contemporaine pour remplacer la norme existante, qui ne reflète pas les concepts modernes de formation en CRM. TC a l'intention d'appliquer cette formation aux activités menées en vertu des sous-parties 702, 703 et 704 du RAC et elle comprendrait la gestion des menaces et des erreurs (TEM) comme approche la plus récente et la plus reconnue à la formation en CRM.

L'enquête du BST sur l'impact sans perte de contrôle d'un Boeing 737-210C à Resolute Bay (Nunavut) (rapport d'enquête aéronautique A11H0002 du BST), a une fois de plus fait ressortir la nécessité de mesures de réglementation, de formation et de lignes directrices meilleures et modernes relativement à la CRM. Ce rapport explique en quoi la formation en CRM a évolué depuis son lancement à la fin des années 1970 et en quoi le nouveau modèle TEM reconnaît l'importance de la gestion des états défavorables de l'aéronef, car elle représente l'ultime occasion pour les équipages de conduite de prévenir une issue néfaste[104]. Par conséquent, le BST a ajouté une Préoccupation liée à la sécurité à son rapport final selon laquelle, à défaut d'une approche exhaustive et intégrée à l'égard de la CRM de la part de TC et des exploitants aériens, les équipages de conduite risquent de ne pas mettre systématique en pratique une CRM efficace.

---

102 Federal Aviation Administration (FAA), *Crew Resource Management Training*, 2004, Advisory Circular 120-51E.

103 Normes de service aérien commercial (NSAC) 725.124(39) Formation en gestion des ressources du poste de pilotage.

104 D. Maurino, coordonnateur, *Threat and Error Management (TEM)*, Programme de sécurité de vol et facteurs humains (OACI), Séminaire sur la sécurité aérienne au Canada (SSAC) (2005).

Les premières recherches sur ce sujet ont corroboré les liens entre la TEM et la CRM et ont montré que :

- les équipages qui dressent des plans de gestion des situations d’urgence, par exemple discuter de façon proactive des stratégies à employer pour les menaces prévues, ont moins tendance à mal gérer les menaces;
- les équipages qui font une surveillance étroite et des contre-vérifications commettent habituellement moins d’erreurs et ont moins tendance à mal gérer les erreurs;
- les équipages qui manifestent de solides aptitudes de leadership et de gestion de la charge de travail et qui demandent des renseignements commettent généralement moins d’erreurs mal gérées et adoptent moins d’états défavorables de l’aéronef que les autres équipages[105].

TC a mis en œuvre des mesures pour changer la norme en matière de formation en CRM. Un groupe de discussion composé de représentants de TC et de l’industrie aéronautique s’est réuni en janvier 2012 et a présenté un rapport définitif en février 2012. Ce rapport proposait des composants d’une norme à jour de formation en CRM pour les exploitants commerciaux dont les activités relèvent de la Partie VII du RAC, mais ne recommandait ni l’adoption d’une durée fixe pour un cours CRM ni une accréditation officielle pour les instructeurs CRM. Le Comité de réglementation de l’Aviation civile (CRAC) a accepté les recommandations du groupe de discussion de TC et, le 24 avril 2012, a demandé l’élaboration d’un règlement et d’une norme de formation à jour en CRM pour les activités menées en vertu des sous-parties 702, 703, 704 et 705 du RAC.

On ne sait toujours pas à quel point la nouvelle norme de formation et les documents d’orientation de TC seront détaillés comparativement à la norme en vigueur ou quand la nouvelle norme entrera en vigueur. On ne sait pas non plus comment TC veillera à ce que les exploitants appliquent la nouvelle norme de formation afin de s’assurer que les équipages de conduite acquièrent et maintiennent des compétences efficaces en CRM.

En janvier 2015, TC, dans son réexamen de la recommandation A09-02, était d’accord avec l’intention de la recommandation.

TC poursuit sa conception de normes et de documents d’orientation pour la CRM, et de mises à jour visant la prise de décision du pilote (PDM) à incorporer dans les modules CRM. Des consultations publiques portant sur les modifications proposées aux normes sont en cours, et les normes devraient entrer en vigueur à la fin de 2015.

Le Bureau se réjouit du fait que les mesures prises relativement à cette recommandation vont bientôt aboutir. Les mesures proposées devraient réduire considérablement ou éliminer la lacune de sécurité soulevée par le Bureau dans la recommandation A09-02. Tant que ces

---

105 A. Merritt et J. Klinect, *Defensive Flying for Pilots: An Introduction to Threat and Error Management*, The University of Texas Human Factors Research Project. The Line Operations Safety Audits (LOSA) Collaborative.

normes ne seront pas modifiées et entièrement appliquées, la lacune de sécurité continuera d'exister. Dans son examen annuel des réponses à ses recommandations en 2015, le Bureau estimait que la réponse de TC concernant cet enjeu dénotait une intention satisfaisante[106].

Bien que la formation en CRM ne soit pas obligatoire pour les équipages de conduite qui mènent des opérations effectuées en vertu des sous-parties 703 et 704 du RAC, Perimeter en reconnaît les avantages et la donne néanmoins à ses équipages de conduite. L'entreprise donne cette formation durant la formation annuelle au sol, et son contenu est approuvé par TC. L'information recueillie dans le cadre de la présente enquête indique que les équipages trouvaient la formation en CRM périodique plutôt ennuyeuse et n'y voyaient pas un exercice productif, car on y abordait les mêmes exemples et les mêmes sujets d'une année à l'autre.

Lorsqu'il était au service de son employeur précédent, le commandant de bord en cause avait suivi une formation en CRM pour les activités menées en vertu de la sous-partie 705 du RAC et il devait suivre de nouveau cette formation à Perimeter durant l'année à venir. Le P/O avait suivi la formation en CRM de Perimeter en 2011. Malgré le fait qu'ils n'avaient jamais volé ensemble, le commandant et le P/O s'entendaient bien et n'ont perçu aucune difficulté relativement à la CRM ou à la communication durant le vol.

1.18.2.3 Communications entre les membres d'équipage

Afin d'harmoniser leur conscience de la situation et d'optimiser le processus de prise de décisions, les équipages de conduite doivent communiquer efficacement et doivent se sentir à l'aise de se fournir mutuellement des renseignements. Cette activité peut être difficile lorsque l'équipage est confronté à des contraintes de temps, à des priorités concurrentes ou à un mauvais rapport d'autorité dans le poste de pilotage. Le rapport d'autorité dans le poste de pilotage désigne la façon dont interagissent le commandant de bord et le P/O. En cas de très mauvais rapport d'autorité dans le poste de pilotage, que ce soit à cause de types de personnalité ou de niveaux d'expérience différents, il y a un risque accru que la prise de décisions repose sur de l'information inexacte ou incomplète[107].

Il est important que les commandants de bord reconnaissent que, dans la plupart des cas, les premiers officiers moins chevronnés sont portés à employer des stratégies de communication subtiles et non agressives pour exprimer les préoccupations qu'ils hésitent à soulever, de crainte d'avoir tort ou d'être réprimandés pour avoir douté d'un collègue plus chevronné.

L'utilisation de techniques pour développer l'assertivité pourrait améliorer la formation en CRM. C'est là un élément important, car les membres d'équipage moins chevronnés apprennent ainsi à être à l'aise pour intervenir auprès de membres plus chevronnés et à

---

106 On attribue une intention satisfaisante quand l'intervenant a proposé des mesures qui, pleinement mises en œuvre, réduiront de façon importante ou élimineront la lacune de sécurité. Les recommandations connexes sont A00-06 et A07-03.

107 A. Gupta, « Trans-Cockpit Authority Gradient in Flying Training: A Case Report », *Indian Journal of Aerospace Medicine*, 48(1), 2004.

communiquer plus efficacement l'information. Pour leur part, les membres d'équipage plus chevronnés apprennent à accepter ces interventions sans y voir de remise en question de leur autorité[108].

1.18.2.4 Gestion des menaces et des erreurs

Afin de bien comprendre la chronologie des faits ayant mené à l'événement à l'étude, l'enquête s'est servi du modèle de gestion des menaces et des erreurs (TEM). Les renseignements ci-après sur le modèle TEM et le tableau qui suit sont extraits d'études publiées sur ce sujet[109,110].

On définit la TEM comme l'analyse des dangers potentiels et la prise de mesures suffisantes pour éviter, limiter ou atténuer les menaces et les erreurs avant qu'elles mènent à un état défavorable de l'aéronef. La prévision, la reconnaissance et la correction sont les principes clés de la TEM.

Lorsqu'on applique la TEM pour analyser la relation entre la sécurité et la performance humaine dans un contexte comme le pilotage d'un aéronef, il est important de garder à l'esprit la perspective des utilisateurs. Ces utilisateurs peuvent être l'équipage de conduite, les gestionnaires de l'entreprise, la haute direction, le service des opérations aériennes, le service d'entretien ou encore le contrôle de la circulation aérienne.

Pour les équipages de conduite, on définit les menaces comme étant des situations ou des erreurs qui surviennent et auxquelles l'équipage ne peut rien. Ces menaces accroissent la complexité opérationnelle et doivent être gérer afin de maintenir un certain niveau de sécurité. Durant les opérations aériennes normales, les équipages de conduite doivent gérer diverses situations qui peuvent parfois devenir complexes. Par exemple, il peut s'agir de conditions météorologiques défavorables, d'une anomalie concernant l'aéronef ou d'erreurs commises par d'autres personnes à l'extérieur du poste de pilotage, comme les contrôleurs de la circulation aérienne ou les techniciens d'entretien. On peut voir ces faits comme des menaces, car ils pourraient avoir une incidence négative sur les opérations aériennes en réduisant la marge de sécurité.

Le modèle TEM regroupe les menaces en 2 catégories : les menaces environnementales et les menaces organisationnelles.

---

108 K.A.Wilson, J.W.Guthrie, E. Salas et W.R. Howse (2010). Team process. In J.A. Wise, V.D. Hopkin et D.J. Garland (Eds.), *Handbook of Aviation Human Factors*, *Second Edition.* Boca Raton, Florida: CRC Press, pp. 9-1 à 9-22.

109 A. Merritt, J. Klinect (2006). *Defensive Flying for Pilots: An Introduction to Threat and Error Management*, The University of Texas Human Factors Research Project. The Line Operations Safety Audits (LOSA) Collaborative.

110 D. Maurino, coordonnateur, *Threat and Error Management (TEM)*, Programme de sécurité de vol et facteurs humains (OACI), Séminaire sur la sécurité aérienne au Canada (SSAC) (2005).

Certaines menaces environnementales sont prévisibles et d'autres surviennent subitement, mais les équipages de conduite doivent néanmoins les gérer en temps réel. Par contre, les menaces organisationnelles relèvent de l'exploitant et elles sont habituellement de nature latente. Bien que les équipages de conduite demeurent l'ultime moyen de défense, les exploitants peuvent habituellement agir en amont pour atténuer les menaces organisationnelles. Le tableau 8 énumère des exemples de menaces environnementales et organisationnelles.

Tableau 2. Exemples* de menaces[111]

Menaces environnementales	Menaces organisationnelles
• Météo : orages, turbulence, givrage, cisaillement du vent, vent traversier ou arrière, températures très basses ou très élevées. • ATC : congestion de la circulation, RA/TA TCAS, instruction ATC, erreur ATC, difficulté linguistique ATC, phraséologie ATC non normalisée, changement de piste par l'ATC, communication ATIS. • Aéroport : piste courte ou contaminée, voie de circulation contaminée, panneaux ou marques de piste manquants, déroutants ou pâlis, péril aviaire, aides hors service, procédures complexes de navigation de surface, travaux de construction à l'aéroport. • Relief : terrain surélevé, pente, absence de repères, trou noir. • Autre : confusion d'indicatifs d'appel d'aéronef.	• Pression opérationnelle : retards, arrivées tardives, changement d'aéronef. • Aéronef : anomalie, événement ou anomalie liée à l'automatisation, LME/LEC. • Cabine : erreur de l'agent de bord, distraction causée par un événement dans la cabine, interruption, sécurité de la porte de cabine. • Entretien : erreur ou événement durant l'entretien. • Sol : problème de services d'escale, dégivrage, erreur du personnel de piste. • Régulation : erreur ou événement lié à des écritures administratives. • Documentation : erreur dans le manuel ou sur les cartes. • Autre : problème d'établissement des horaires des équipages

* Liste partielle

On définit les erreurs comme étant des actions ou l'absence d'actions de la part d'un équipage de conduite qui mènent à des écarts par rapport aux intentions ou aux attentes de l'organisation ou de l'équipage de conduite. Les erreurs que l'on omet de gérer ou que l'on gère mal mènent souvent à un état défavorable de l'aéronef. Ainsi, toute erreur dans le cadre opérationnel a tendance à réduire la marge de sécurité et à accroître la probabilité qu'un incident se produise.

Les conséquences sur la sécurité que peut avoir une erreur varient selon que l'équipage de conduite la détecte et y réagit avant qu'elle entraîne un état défavorable de l'aéronef et une issue potentiellement fâcheuse; on ne peut pas gérer une erreur dont on n'a pas connaissance. Une erreur que l'on détecte et que l'on gère efficacement n'a aucune incidence

---

[111] D. Maurino, coordonnateur, *Threat and Error Management (TEM)*, Programme de sécurité de vol et facteurs humains (OACI), Séminaire sur la sécurité aérienne au Canada (SSAC) (2005).

négative sur un vol. Les exemples d’erreur comprennent l’incapacité à maintenir les paramètres d’une approche stabilisée ou l’omission d’une annonce nécessaire.

La TEM divise les erreurs d’équipage de conduite en 3 catégories :

- pilotage de l’aéronef;
- procédures;
- communication.

Les erreurs de pilotage sont des écarts par rapport aux paramètres de l’aéronef comme la direction, la vitesse et la configuration de l’aéronef. Elles peuvent comprendre des erreurs d’automatisation ou des erreurs de pilotage manuel, comme une vitesse ou une altitude excessive durant une approche. Les erreurs de procédure sont des écarts de la part de l’équipage de conduite par rapport à la réglementation, aux exigences du manuel de vol ou aux procédures d’utilisation normalisées. Les erreurs de communication comprennent la mauvaise communication entre les pilotes ou entre l’équipage de conduite et des agents externes comme le service d’entretien, les contrôleurs ATC, les agents de bord, le service de régulation des vols ou le personnel au sol.

Un état défavorable de l’aéronef peut comprendre des écarts de position ou de vitesse attribuables à l’équipage de conduite, une mauvaise manœuvre des commandes de vol ou une configuration incorrecte des systèmes; toutes situations qui peuvent réduire la marge de sécurité. Comme c’est le cas pour les erreurs, il est possible de gérer efficacement les états défavorables de l’aéronef et d’en rétablir le vol sécuritaire. Toutefois, si on les gère mal, les états défavorables peuvent mener à des erreurs additionnelles, à un autre état défavorable de l’aéronef ou pis, à un incident ou à un accident.

L’utilisation du modèle TEM permet d’apprendre non seulement aux équipages de conduite, mais à tous ceux qui prennent part aux opérations aériennes, à prévoir, à reconnaître et à corriger les menaces et erreurs existantes.

D’après l’information sur les menaces et les erreurs recueillie dans l’archive d’audits de sécurité en service de ligne (LOSA)[112], les statistiques suivantes retiennent l’attention :

> [traduction]
> Menaces :
> - Le vol type (vol régulier, opérations normales) est exposé en moyenne à 4,2 menaces; 3 d’entre elles seront probablement de nature environnementale, et 1 sera probablement de nature organisationnelle. 17 % des vols sont exposés à 7 menaces ou plus. Par conséquent, de multiples menaces sont la norme et ces menaces doivent être gérées.

112 L’archive LOSA (Line Operations Safety Audits) est une base de données qui contient les exposés de faits et d’observations codées d’observateurs de chacune des 25 compagnies aériennes participantes qui ont mené un audit LOSA de concert avec le LOSA Collaborative (2002 à 2006). Les résultats de toutes les compagnies aériennes sont ensuite regroupés pour en extraire des moyennes pour le secteur de l’aviation.

- Environ 40 % de toutes les menaces surviennent durant les étapes avant le départ et le roulage avant le décollage, et 30 % surviennent durant les étapes de descente, d’approche et d’atterrissage. Au chapitre des menaces environnementales, les étapes de vol à la plus grande charge de travail sont celles de descente, d’approche et d’atterrissage; pour les menaces organisationnelles, les étapes de vol à la plus grande charge de travail sont celles avant le départ et durant le roulage avant le décollage.
- On parvient à bien gérer la majorité des menaces (85 à 95 %). La moyenne pour l’ensemble de l’archive LOSA est de 90 %. C’est donc dire que les équipages de conduite gèrent mal 10 % de toutes les menaces.

Erreurs :

- 80 % des vols enregistrent au moins de 1 erreur, et la moyenne est d’environ 3 par vol.
- 20 % des vols n’enregistrent aucune erreur observable.
- 40 % de toutes les erreurs observées surviennent durant les étapes de descente, d’approche et d’atterrissage; 30 % des erreurs surviennent durant les étapes avant le départ et le roulage avant le décollage, lorsque les équipages préparent le vol.
- Les erreurs de procédure représentent la moitié de toutes les erreurs, mais moins du quart des erreurs mal gérées.
- Les trois quarts de toutes les erreurs mal gérées sont des erreurs de pilotage de l’aéronef, le reste étant des erreurs de communication.
- Les erreurs de procédure les plus courantes concernent les listes de vérification, suivies de près des erreurs concernant les annonces et les réponses des SOP. Les erreurs concernant les exposés sont moins courantes.
- Environ 25 % de toutes les erreurs sont mal gérées; 6 % de toutes les erreurs mènent à une erreur additionnelle et 19 % d’entre elles mènent directement à un état défavorable de l’aéronef.
- 36 % de toutes les erreurs mal gérées sont des erreurs de pilotage manuel ou de commande de vol, tandis que 16 % d’entre elles sont des erreurs d’automatisation ainsi que de système, d’instrument et de radio.
- 5 % sont des erreurs portant sur les listes de vérification, et 3 % des erreurs de communication entre l’équipage de conduite et l’ATC.

État défavorable de l’aéronef :

- Environ 30 % de tous les états défavorables de l’aéronef surviennent dans le cadre d’une séquence d’événements qui commence par une menace qui n’est pas bien gérée et qui mène à une erreur de la part de l’équipage de conduite; cette erreur est elle aussi mal gérée et mène en fin de compte à un état défavorable de l’aéronef.

Essentiellement, depuis la préparation avant le vol jusqu’à l’arrêt des moteurs après l’atterrissage, l’équipage de conduite s’emploie continuellement à gérer les menaces, les erreurs et les états défavorables de l’aéronef. Si l’on ne détecte pas et ne gère pas les menaces et les erreurs durant tout le vol, la probabilité d’une conséquence néfaste augmente.

1.18.3 *Conception des approches aux instruments*

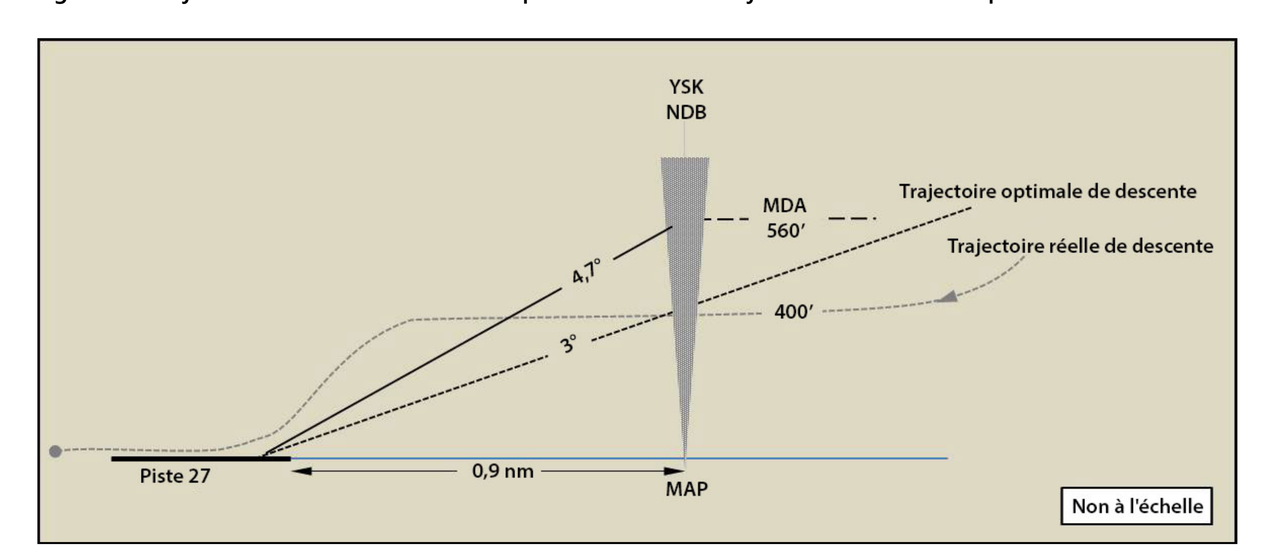
1.18.3.1 *Généralités*

La conception des procédures d'approche aux instruments au Canada se fonde sur un manuel de TC intitulé *Critères de construction des procédures aux instruments* (TP308/GPH209). D'après le document TP308, « la principale considération de sécurité dans la construction des procédures aux instruments demeure le franchissement d'obstacles ».

Le document TP308 stipule que la trajectoire de descente optimale pour le segment d'approche finale de non-précision est de 318 pieds par mille marin, ou un angle de 3 degrés, et recommande l'utilisation d'une telle trajectoire.

Dans le cas de l'approche NDB de la piste 27 à CYSK, le radiophare non directionnel (NDB) est le point d'approche interrompue (MAP) et il se trouve à 0,9 nm du seuil de la piste 27 (figure 12). En utilisant une hauteur de franchissement du seuil de 40 pieds, l'angle de descente depuis une altitude minimale de descente (MDA) de 560 pieds est de 4,7 degrés[113]. Si les équipages de conduite choisissent de poursuivre l'atterrissage lorsqu'ils atteignent le MAP, à la MDA, ils obtiennent ainsi une trajectoire de descente abrupte et un taux de descente d'environ 1240 pi/min. À partir de critères d'approche stabilisée acceptés dans le milieu de l'aviation, il ne s'agirait pas là d'une approche stabilisée, car le taux de descente est supérieur à 1000 pi/min. Par conséquent, toute décision d'atterrir doit être prise avant d'atteindre le MAP si l'on veut maintenir une trajectoire d'approche d'environ 3 degrés et une approche stabilisée.

Figure 12. Trajectoire de descente réelle comparativement à la trajectoire de descente optimale



113 Transports Canada, Circulaire d'information (CI) nº 302-009, Harmonisation de l'indicateur de trajectoire d'approche de précision avec le Système d'atterrissage aux instruments.

1.18.3.2 Approches aux instruments à CYSK

Comme c'est le cas pour beaucoup de petits aéroports, CYSK n'avait qu'une seule approche NDB de non-précision (piste 27) et en option une approche indirecte à la piste en sens contraire (piste 09).

En février 2014, NAV CANADA a publié 2 nouvelles approches GNSS RNAV (navigation de surface) pour CYSK, une pour la piste 09 et une pour la piste 27. L'OACI définit la navigation de surface comme une méthode de navigation permettant le vol sur n'importe quelle trajectoire voulue dans les limites de la couverture d'aides de navigation basées au sol ou dans l'espace, ou dans les limites des possibilités d'une aide autonome, ou grâce à une combinaison de ces moyens[114]. Dans le cas d'approches RNAV, les pilotes ont le choix entre une approche directe ou la fonction LPV (performance d'alignement de piste avec guidage vertical). Il en résulte une meilleure conscience de la situation que dans les approches classiques de non-précision, ce qui réduit les risques d'accident à l'approche et à l'atterrissage. Les 2 nouvelles approches à CYSK comprennent des minimums LPV qui fournissent un guidage latéral et vertical jusqu'à 250 pieds agl. L'approche NDB de la piste 27 est toujours fonctionnelle.

Des changements à la représentation de la carte d'approche sont entrés en vigueur pour diverses raisons, l'une d'elles étant que ces cartes devaient se conformer aux principes de la FSF et aux documents d'instructions de l'OACI. Ces changements aux cartes d'approche ne sont pas une conséquence de l'accident à l'étude.

Depuis 2010, Perimeter collabore avec le Conseil aéronautique manitobain (MAC) et la Northern Air Transport Association (NATA), et a siégé comme membre du comité consultatif de NAV CANADA, dans l'unique but de demander à NAV CANADA de concevoir des approches GNSS pour les aéroports achalandés du Nord. La conception d'approches GNSS se poursuit.

1.18.4 Accidents à l'approche et à l'atterrissage

En 1996, la FSF a mis sur pied le groupe de travail sur la réduction des accidents à l'approche et à l'atterrissage (ALAR). En se concentrant sur l'approche et l'atterrissage, le groupe désigné a pu, dans le cadre de ses travaux, passer outre à la définition stricte des accidents de type impact sans perte de contrôle (CFIT), cette dernière n'incluant pas les accidents liés à un atterrissage court ou long, le dépassement de piste ou la perte de maîtrise à la suite d'une approche non stabilisée. En 1998, le groupe de travail de la FSF a émis des recommandations qui visaient à réduire et à prévenir les ALA.

Les données statistiques recueillies par le groupe de travail ALAR à l'époque ont révélé que les accidents à l'approche et à l'atterrissage représentaient environ 55 % du total des pertes

---

114 Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), doc. 9613 *Manuel de la navigation fondée sur les performances*, Volume 1, Concept and Implementation Guidance, Explanation of terms.

d'appareils et 50 % des pertes de vie. Le segment de vol depuis l'amorce de l'approche jusqu'à la fin du roulement à l'atterrissage ne représentait que 4 % du temps de vol, mais 45 % de toutes les pertes d'appareils. Cinq types d'événements, soit CFIT (y compris les atterrissages courts), pertes de maîtrise, sorties en bout de piste, sorties de piste et approches non stabilisées, représentent 75 % des incidents et des accidents à l'approche et à l'atterrissage.

Bien que la plupart des statistiques citées par le groupe de travail aient un lien avec l'événement à l'étude et le type d'exploitation en cause, plusieurs d'entre elles le sont tout particulièrement :

- on souligne les enjeux de CRM, y compris la prise de décisions dans des situations tendues, comme facteurs circonstanciels dans plus de 70 % des accidents à l'approche et à l'atterrissage;
- plus de 70 % de ces accidents comprenaient des éléments que les équipages de conduite auraient dû reconnaître comme étant anormaux et qui auraient dû entraîner une remise des gaz;
- lorsqu'une approche non stabilisée justifie la décision de remettre les gaz, moins de 20 % des équipages de conduite amorcent en fait cette manœuvre;
- la poursuite d'une approche non stabilisée est un facteur causal dans 40 % de tous les accidents à l'approche et à l'atterrissage;
- environ 70 % des approches précipitées et non stabilisées comprennent une gestion incorrecte du profil de descente et d'approche ou de la puissance (c'est-à-dire que l'aéronef vole trop lentement ou trop bas, ou trop haut ou trop vite);
- les risques d'accidents à l'approche et à l'atterrissage sont plus élevés durant les opérations qui se déroulent par faible luminosité ou visibilité, sur des pistes mouillées ou contaminées, et en présence d'illusions d'optique ou physiologiques;
- l'absence ou la perte de repères visuels est le facteur causal principal le plus courant des accidents à l'approche et à l'atterrissage.

En 1998, une étude spéciale réalisée par la FSF[115] a conclu que le fait de ne pas reconnaître en temps opportun la nécessité d'interrompre l'approche puis d'exécuter une approche interrompue constitue une cause majeure d'accidents à l'approche et à l'atterrissage. Un forum sur la remise des gaz commandité par la FSF, qui s'est tenu à Bruxelles, en Belgique, en juin 2013, a été l'occasion de discuter des résultats d'un projet[116] et d'un sondage sur la prise de décision et l'exécution de la remise des gaz. Cette étude visait à déterminer pourquoi les pilotes choisissent de poursuivre une mauvaise approche au lieu d'essayer de

---

115 Flight Safety Foundation, Flight Safety Digest, Killers in Aviation: FSF Task Force Presents Facts About Approach-and-Landing and Controlled-flight-into-terrain accidents, novembre-décembre 1998, janvier-février 1999. Disponible à l'adresse : http://www.skybrary.aero/bookshelf/books/1542.pdf (dernière consultation le 25 juin 2015).

116 J.M. Smith, D.W. Jameson et W.F. Curtis, « Inspiring the Decision to Go Around », *AeroSafety World*, juin 2013.

nouveau en vue d'obtenir un meilleur résultat, et quelles mesures on pourrait prendre pour aider les équipages de conduite à décider de remettre les gaz.

Les résultats de cette étude et de l'analyse présentés lors du forum FSF en Belgique ont indiqué que :

- on rapporte ou consigne de 3 à 4 % de toutes les approches comme étant non stabilisées;
- seulement 3 % de ces approches donnent lieu à une remise des gaz;
- on poursuit 97 % des approches non stabilisées jusqu'à l'atterrissage, à l'encontre des consignes des SOP.

L'étude a aussi révélé que les pilotes qui poursuivent une approche non stabilisée percevaient beaucoup moins de risques que ceux qui optaient pour la remise des gaz. Les pilotes qui choisissent de ne pas remettre les gaz :

- avaient une représentation et une conscience dégradées de la situation;
- avaient une plus grande tolérance aux écarts par rapport aux limites et aux procédures opérationnelles;
- étaient moins portés à exécuter les listes de vérification et à faire les annonces requises;
- étaient moins portés à tirer parti d'autres membres d'équipage ou à leur demander conseil à propos de la meilleure marche à suivre.

D'après l'étude :

> [traduction] Comme ils avaient une vague conscience de la situation, les pilotes (dans l'étude) qui ont choisi de poursuivre une approche non stabilisée n'ont pas cerné certaines menaces (conscience préventive) comme l'instabilité de l'aéronef, les conditions météorologiques et la configuration de l'aéronef; ils se sont fiés de façon sélective à leurs compétences de pilotage (conscience critique) comme permission de poursuivre; et enfin, ils ont perçu ou supposé que la dynamique de l'équipage (conscience relationnelle) appuyait ce comportement non conforme.

Dans son rapport d'enquête sur un événement CFIT au Québec, en décembre 2009 (rapport d'enquête aéronautique A09Q0203 du BST), le BST a cité l'information pertinente des conclusions et des recommandations du groupe de travail ALAR de la FSF. Le présent rapport réitère ces recommandations, car elles demeurent pertinentes relativement aux circonstances de l'événement à l'étude (annexe H).

La base de données du BST révèle qu'en 2012 au Canada, il y a eu 34 accidents à l'approche et à l'atterrissage; 3 d'entre eux concernaient des vols exploités en vertu de la sous-partie 705 du RAC; 4, des vols exploités en vertu de la sous-partie 704; et 16, des vols exploités en vertu de la sous-partie 703. Les 11 autres événements appartenaient à la catégorie « accidents à l'approche et à l'atterrissage dans d'autres activités commerciales ».

Le groupe de travail ALAR de la FSF a déterminé que le risque d'un accidents à l'approche et à l'atterrissage était 5 fois plus élevé durant les approches de non-précision que durant les approches de précision.

1.18.5 Liste de surveillance du BST

Les accidents à l'approche et à l'atterrissage figurent sur la Liste de surveillance 2014 du BST. La Liste de surveillance est une liste des enjeux qui présentent les plus grands risques pour le système de transport du Canada. Le BST publie cette liste pour attirer l'attention du secteur des transports et des organismes de réglementation sur les problèmes qui doivent être corrigés dans les plus brefs délais. Comme le montre l'événement à l'étude, des accidents à l'atterrissage continuent de se produire aux aéroports canadiens.

1.18.6 Trousse sur la réduction des accidents à l'approche et à l'atterrissage de la Flight Safety Foundation

Outre les recommandations présentées par le groupe de travail ALAR de la FSF en 1998, la FSF a élaboré et distribué une trousse ALAR. Il s'agit d'une ressource que l'on peut modifier en fonction du type d'activité; on peut également l'utiliser pour donner une formation propre à divers services au sein d'une entreprise. L'objectif de cette trousse est d'aider à faire ressortir, à évaluer et à atténuer les risques associés à un vol avant le départ. Si, après s'être servi de la liste de vérification de la trousse, on juge le niveau de risque trop élevé, on peut alors annuler ou retarder le vol jusqu'à l'atténuation des risques afin de maintenir un niveau de sécurité acceptable. Malgré le fait que TC[117] fasse la promotion la trousse ALAR de la FSF et encourage son utilisation, beaucoup d'exploitants canadiens ignorent son existence, ou ne l'utilisent pas, même s'ils en connaissent l'existence. Perimeter connaissait cette trousse, mais avait choisi de ne pas l'utiliser, et elle n'était pas tenue de le faire.

1.18.7 Remise des gaz, Comité consultatif européen de la Flight Safety Foundation

1.18.7.1 Généralités

Selon un article publié dans le magazine *Aviation International News*[118], le Comité consultatif européen de la FSF a analysé 66 accidents relatifs à la remise des gaz, survenus entre 2002 et 2013, et les résultats montrent que la remise des gaz était habituellement la conséquence d'un problème durant l'approche. L'analyse a fait ressortir plusieurs tendances :

- il y avait une forte probabilité que la tentative de remise des gaz ait suivi un écart grave par rapport à la procédure;
- dans la moitié des accidents mortels, il y avait eu violation grave des minima d'approche;
- près des trois quarts de toutes les décisions de remise des gaz avaient été prises lorsque l'aéronef se trouvait à moins de 500 pieds agl;

---

117 Transports Canada, Circulaires d'information de l'Aviation commerciale et d'affaires n° 0161.

118 « Safety experts advise: use the go-around option », *Aviation International News*, août 2013.

- dans 5 accidents mortels sur 10, le PF avait navigué sous les minima sans que le PNF n'intervienne;
- la plupart des manœuvres de remise des gaz avaient été exécutées manuellement par le PF.

En 2005, l'Association du Transport Aérien International (IATA) a mené un sondage en ligne sur la remise des gaz au moyen de son système STEADES (Safety Trend Evaluation, Analysis & Data Exchange System). Les répondants ont fourni de l'information sur leur expérience dans des situations de remise des gaz. Au chapitre des atterrissages dans des conditions météorologiques défavorables, des 265 répondants, 59 % ont dit que, même s'ils avaient poursuivi l'atterrissage, ils estimaient qu'une remise des gaz aurait été justifiée, mais qu'elle n'avait pas eu lieu. De plus, 72 % ont indiqué que ni un membre d'équipage ni l'ATC n'avaient suggéré la remise des gaz durant l'approche.

La plupart des approches interrompues sont attribuables aux mauvaises conditions météorologiques et exigent une attention particulière durant la transition immédiate au vol aux instruments. Cette manœuvre peut être d'autant plus difficile si la vitesse indiquée ou les réglages des gaz sont faibles[119].

1.18.7.2 Formation sur la remise des gaz

La remise des gaz n'étant pas une manœuvre courante, elle comporte une part de risques. Une tentative de remise des gaz sur dix a une issue potentiellement dangereuse, y compris le dépassement des limites de performance de l'aéronef. Les remises des gaz sont souvent mal exécutées et ont un plus grand risque d'être mortelles que les sorties de piste, qui sont plus courantes[120].

Les équipages de conduite de Perimeter répètent les procédures de remise des gaz dans un dispositif d'entraînement au vol statique avant la formation initiale sur l'aéronef. En outre, toutes les séances de formation initiale et périodique sur l'aéronef comprennent une répétition de ces procédures. La formation périodique comprend l'exécution d'au moins 2 approches interrompues, et le programme de formation initiale comprend en moyenne l'exécution de 5 à 6 approches interrompues. Au moins 1 approche interrompue est exécutée en altitude pour simuler une panne moteur au point de remise des gaz. La formation peut également comprendre une remise des gaz à 2 moteurs à très faible altitude (atterrissage interrompu) après une manœuvre d'approche indirecte.

---

119 Article sur l'exécution de la procédure de remise des gaz manuelle dans Skybrary. Disponible à l'adresse : http://www.skybrary.aero/index.php/Flying_a_Manual_Go-around (dernière consultation le 25 juin 2015).

120 « Safety experts advise: use the go-around option », *Aviation International News*, août 2013.

1.18.7.3 Formation sur les situations à bas régime

À la suite de l'enquête du BST sur la perte de maîtrise pendant la remise des gaz (atterrissage interrompu) d'un Canadair CL-600-2B19 au Nouveau-Brunswick, en décembre 1997 (rapport d'enquête aéronautique A97H0011 du BST), le Bureau a recommandé que :

> le ministère des Transports veille à ce que les pilotes d'avions à turboréacteurs reçoivent une formation portant sur les risques liés aux opérations à bas régime, et notamment aux remises des gaz à bas régime, et qu'ils restent conscients des risques en la matière.
>
> **Recommandation A99-06 du BST**

En vertu de la réglementation en vigueur (RAC 704.115), les transporteurs aériens qui mènent leurs activités en vertu de la sous-partie 704 du RAC doivent établir et maintenir un programme de formation au sol et en vol qui comprend la conscience des situations à bas régime (NSAC 724.115 (34)). Toutefois, cette exigence de formation s'applique uniquement à l'exploitation d'aéronefs à turboréacteurs et ne comprend pas les aéronefs à turbopropulseurs comme le Metro III.

Le 13 mai 1998, TC a publié la Circulaire d'information de l'Aviation commerciale et d'affaires N° 141 pour informer les pilotes et les exploitants aériens des dangers potentiels liés à un atterrissage interrompu ou à une remise des gaz. D'après cette circulaire, « un aéronef n'est pas certifié de façon à exécuter une remise des gaz sans contact avec le sol une fois qu'il a atteint le régime d'atterrissage bas ».

La circulaire recommande en outre aux exploitants de s'assurer immédiatement que leurs pilotes et leur personnel responsable de la formation sont bien au courant des dangers inhérents à la remise des gaz à bas régime et que leurs programmes de formation abordent ces dangers et comprennent des procédures pour y parer. La CI ne fait aucune distinction entre la formation pour exploitants d'aéronefs à turboréacteurs et exploitants d'aéronefs à turbopropulseurs.

L'exécution d'une remise des gaz à bas régime est une manœuvre exigeante qui occasionne souvent un stress additionnel. Même si elle fait partie de la formation périodique en simulateur, l'exécution de cette manœuvre dans la vraie vie n'arrive que rarement.

La formation en vol ou en simulateur de Perimeter n'aborde pas les atterrissages manqués à bas régime pour les aéronefs Metro II ou III. Toutefois, elle comprend une approche interrompue visuelle simulée en altitude. On ralentit la vitesse de l'aéronef comme dans un atterrissage, puis on exécute une remise des gaz en suivant la procédure prescrite; on utilise la configuration pleins volets, train sorti à faible vitesse indiquée et avec un moteur en panne. Cet exercice permet au candidat d'exécuter la procédure et fait la démonstration de la dégradation des performances de l'aéronef.

1.18.7.4 Bon usage de l'information sur la remise des gaz

Le forum sur la remise des gaz de la FSF a conclu que pour prendre de meilleures décisions de remise des gaz, les pilotes doivent :

- améliorer la dynamique de la conscience de la situation de l'équipage de conduite;
- avoir une politique de remise des gaz plus précise et mieux définie (paramètres d'approche stabilisée et hauteur d'approche stabilisée);
- avoir de meilleures directives dans les SOP, qui aident à réduire le plus possible la subjectivité de la décision de remettre les gaz;
- recevoir une meilleure formation sur la remise des gaz, qui comprend la reconnaissance des facteurs de menace et les difficultés inhérentes à la décision de remettre les gaz. La formation sur la remise des gaz doit comprendre l'exécution de cette manœuvre à une hauteur autre que la hauteur de décision (DH), l'altitude minimale de descente (MDA) ou le point désigné d'approche stabilisée[121]. De plus, la formation ne doit pas omettre que la majorité des remises des gaz ont lieu à cause des conditions météorologiques (visibilité avant, plafond, vecteur vent et turbulence).

Le forum FSF a conclu que l'on devrait considérer la remise des gaz comme une étape de vol normale et que l'on devrait encourager les équipages de conduite à utiliser cette option lorsque la situation le justifie. Les équipages de conduite doivent se préparer mentalement à exécuter une remise des gaz durant chaque approche, car elle pourrait être nécessaire, et la formation doit faire en sorte que les équipages soient capables d'exécuter cette manœuvre à différentes étapes du vol et dans différentes configurations de l'aéronef.

1.18.8 Performance de l'aéronef

Le laboratoire du BST a examiné l'effet qu'aurait pu avoir la rentrée du train sur la performance de l'aéronef durant la remise des gaz. L'équipage de conduite avait sélectionné « UP » (TRAIN RENTRÉ) immédiatement après l'annonce de remise des gaz, soit plus tôt que l'exige la procédure d'atterrissage interrompu dans le manuel de vol (AFM). L'analyse de l'épave a démontré que la rentrée du train était en cours au moment où l'aéronef a percuté le relief.

On n'a pu, à partir des données disponibles, quantifier les effets de l'exécution du cycle de rentrée complet sur la performance et la commande de compensation , mais il est possible de discuter de ces effets de façon générale.

La rentrée du train d'atterrissage a pour effet de réduire la traînée aérodynamique totale de l'aéronef, pour ainsi accroître l'accélération et le taux de montée. Les données de performance publiées pour un atterrissage interrompu tiennent pour acquis, de façon conservatrice, que le train demeure sorti. Le fait de rentrer le train devrait par conséquent accroître la capacité de monter et d'accélérer de l'aéronef comparativement à la performance publiée.

---

121 Article sur la prise de décision à l'égard de la remise des gaz dans Skybrary. Disponible à l'adresse : http://www.skybrary.aero/index.php/Go-around_Decision_Making (dernière consultation le 25 juin 2015).

La certification de navigabilité exige que la rentrée du train d’atterrissage soit une manœuvre de transition qui s’exécute en douceur, sans effet inacceptable sur la maîtrise et l’assiette de l’aéronef, en situations normales et d’urgence. On peut donc s’attendre à ce que la rentrée du train ne nuise en rien à la capacité d’exécuter la procédure publiée d’atterrissage interrompu. L’avionneur a confirmé qu’il survient un changement négligeable au tangage de l’aéronef lorsqu’on rentre le train d’atterrissage.

On estime donc que le fait d’avoir rentré le train d’atterrissage plus tôt que l’indique la procédure publiée n’aurait eu aucun effet négatif sur la maîtrise de l’aéronef ou sur la réalisation de la performance publiée d’atterrissage interrompu.

1.19 Techniques d’enquête utiles ou efficaces

Sans objet.

2.0 Analyse

2.1 Généralités

L'analyse portera sur les circonstances ayant eu une incidence sur le vol et sur les facteurs qui auraient pu amener l'équipage à déroger aux procédures apprises et à la réglementation, à descendre en dessous de l'altitude minimale de descente (MDA) avant d'acquérir les repères visuels nécessaires et à ne pas percevoir des indices critiques justifiant d'amorcer une approche interrompue.

De plus, l'analyse traitera du manque de données facilement disponibles sur le nombre de bébés et d'enfants voyageant par aéronef et de l'absence de réglementation sur l'utilisation obligatoire d'un dispositif de retenue adéquat qui assurerait aux bébés et aux enfants un niveau de sécurité équivalent à celui des passagers adultes.

2.2 Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques obtenues pour la planification du vol, quoique pas très bonnes, étaient au-dessus des minima réglementaires pour une approche à Sanikiluaq (CYSK) et les prévisions météorologiques à Kuujjuarapik (CYGW) permettaient d'utiliser cet aéroport comme aéroport de dégagement. Le commandant de bord avait vérifié les conditions météorologiques avant le départ et savait que le système dépressionnaire devait passer dans la région de CYSK dans l'après-midi et que ce même système toucherait les aéroports situés du côté est de la baie d'Hudson. Les conditions météorologiques au moment de la planification du vol n'étaient pas considérées comme une menace; le plafond et la visibilité étaient au-dessus des minima réglementaires pour une approche.

Lorsque l'aéronef se préparait à décoller, les messages d'observation météorologique régulière pour l'aviation (METAR) pour CYGW ont indiqué une détérioration des conditions et les prévisions d'aérodrome (TAF) ont été modifiées à 19 h 36 UTC. Les TAF modifiées indiquaient des conditions météorologiques en dessous des minima réglementaires pour une approche, mais une visibilité accrue à 2 milles terrestres (sm) et un couvert nuageux à 1500 pieds au-dessus du sol (agl) avant l'heure d'arrivée prévue à l'aéroport de dégagement. L'équipage n'a pas obtenu ces prévisions météorologiques mises à jour.

Au cours du vol, les METAR indiquaient des conditions météorologiques conformes à celles de la période de prévision initiale. Les TAF pour CYGW ont été modifiées de nouveau à 22 h 11 UTC, et cette fois la visibilité accrue à 2 sm et le couvert nuageux à 1500 pieds agl ont été reportés à 24 h UTC, rendant cet aéroport inutilisable comme aéroport de dégagement.

Comme les conditions météorologiques prévues n'avaient pas tout d'abord été jugées menaçantes, l'équipage n'a pas obtenu pendant le vol les prévisions météorologiques les plus à jour pour les aéroports de destination et de dégagement et a été surpris lorsqu'il a reçu les dernières prévisions avant la descente à CYSK, qui faisaient état de conditions météorologiques à CYGW en dessous des minima réglementaires pour une approche. Le METAR de 22 h UTC pour CYGW faisait état d'une visibilité réduite à ½ sm en raison de la

neige, avec un plafond vertical à 400 pieds. Ces conditions météorologiques sévissaient durant la phase en route du vol. L'équipage a reçu le METAR de 22 h UTC à 22 h 28 UTC. C'était la première fois que l'équipage se rendait compte que les conditions météorologiques à l'aéroport de dégagement étaient en dessous des minima réglementaires pour une approche. L'équipage a été surpris par les mauvaises conditions météorologiques à CYGW et s'est également aperçu que celles-ci ne s'amélioreraient que peu de temps après l'heure d'arrivée prévue à l'aéroport de dégagement. Lorsque l'équipage s'est rendu compte que les conditions météorologiques à l'aéroport de dégagement n'étaient plus favorables à un atterrissage, l'équipage a envisagé d'utiliser La Grande Rivière (CYGL) comme aéroport de dégagement si l'atterrissage se révélait impossible à CYSK. La quantité de carburant à bord à ce moment-là n'était toutefois pas suffisante pour envisager cette option. Cela a probablement exercé une pression accrue en faveur d'un atterrissage à CYSK.

Les vents étaient favorables à une approche de la piste 09; CYSK ne disposait cependant pas d'une procédure d'approche aux instruments publiée pour cette piste. Les conditions météorologiques ne permettaient pas d'atterrir à vue sur la piste 09, et l'équipage a donc décidé d'atterrir sur la piste 27, avec les risques que pose un vent arrière de 14 nœuds sur une piste de 3807 pieds. L'absence d'une procédure d'approche aux instruments publiée pour la piste 09 a amené l'équipage à tenter un atterrissage avec un vent arrière.

2.3 Facteurs humains

2.3.1 *Effets cumulés de la frustration, de la fatigue et du stress*

Le nombre de vols d'évacuation sanitaire et de vols nolisés au Nunavut le 22 décembre était supérieur au nombre de cartes d'approche aux instruments du *Canada Air Pilot* disponibles pour les équipages de conduite de Perimeter. La solution choisie pour régler ce problème a été de recueillir les documents nécessaires au hangar de Keewatin Air où les passagers devaient embarquer. Cela signifiait toutefois que les renseignements contenus dans les cartes n'étaient pas disponibles pour la préparation avant le vol.

Selon le système de contrôle d'exploitation de type B, il incombe au régulateur de vols de fournir les cartes requises ou les renseignements contenus sur les cartes (copie) ou d'annuler le vol. Selon le système de type C, cette tâche incombe au commandant de bord. L'absence de cartes constituait une lacune dans l'exploitation et un irritant pour le commandant. Le commandant devait donc trouver une solution de rechange en peu de temps, soit annuler le vol, le reporter ou procéder sans les documents nécessaires jusque tout juste avant le départ. Le commandant a choisi la troisième option, qui avait le moins d'incidence sur l'exploitation.

Le commandant s'est rendu compte peu après le décollage que les cartes d'approche aux instruments avaient été oubliées et a décidé de ne pas revenir à Winnipeg (CYWG), car cela aurait entraîné davantage de retard et exigé de communiquer avec le régulateur de vols et la direction afin de leur demander de prolonger le temps de service ou de trouver un équipage de remplacement. Cela aurait également eu des répercussions négatives sur l'exploitation.

L'équipage avait reçu par radio d'un autre pilote certains renseignements sur la carte d'approche. Toutefois, sans carte, l'équipage ne disposait ni d'un rappel visuel des limites

d'altitude ni de schémas d'approche pour les aider à orienter l'aéronef dans le temps et l'espace. L'équipage était donc plus susceptible de commettre des erreurs, de ne pas être pleinement conscient de la situation et de prendre, par conséquent, une mauvaise direction pendant le virage conventionnel ou un mauvais virage lors de l'approche interrompue.

L'absence des documents de vol requis, tels que les cartes d'approche aux instruments, a obligé le commandant à trouver une solution de rechange pendant la planification du vol et a empêché l'équipage d'être pleinement conscient de la situation au cours des approches à CYSK.

Lors d'approches aux instruments sans référence à une carte d'approche, il y a un risque de ne pas être pleinement conscient de la situation et de commettre une erreur en suivant les procédures requises, ce qui pourrait empêcher de franchir les obstacles et provoquer un accident.

Plusieurs problèmes non prévus ont surgi au cours de la préparation du vol, lesquels ont probablement influé négativement sur la vigilance de l'équipage à l'égard du vol. L'aéronef ne disposait pas de la trousse de survie requise et il a fallu s'en procurer une au hangar de Keewatin Air, puis la ranger correctement. L'entretien différé de l'ordinateur de limitation du régime maximal (SRL) indiqué dans la la liste minimale d'équipements (LME) arrivait à échéance à minuit, heure locale, le soir de l'événement (6 h UTC le 23 décembre 2012). Il y avait également le retard attribuable au remplacement du contacteur de position de la poignée de porte cargo, ce qui exigeait de déposer de nouveau le plan de vol. Le changement de la charge de la cargaison a exigé de modifier la quantité de carburant et le choix subséquent d'un aéroport de dégagement. Tout cela a accru la charge de travail de l'équipage dans cet environnement de régulation des vols de type C. Plus le départ était retardé, plus le temps de service de l'équipage de conduite se prolongeait. Il aurait fallu soumettre toute autre prolongation du temps de service à la direction.

Bien que les retards et les changements d'horaire et de logistique ne soient pas rares dans les opérations aériennes, les équipages peuvent éprouver de la frustration s'ils sentent qu'ils n'ont aucun contrôle sur les questions d'exploitation et que l'entreprise ne leur donne aucun soutien. Un surplus de frustration peut diminuer le rendement et accroître les comportements à risque qui ne se manifesteraient pas normalement dans d'autres circonstances.

Comme il est décrit dans le *Manuel d'exploitation de la compagnie* (COM), le régulateur de vols ne fournit pas la même assistance aux équipages de conduite visés par les sous-parties 703 et 704 du RAC. Les services offerts par le régulateur de vols aux équipages de conduite visés par la sous-partie 705 du RAC réduiraient la charge de travail des équipages visés par les sous-parties 703 et 704 au cours de la planification avant vol. Ces services auraient probablement réduit la charge de travail de l'équipage en cause et les facteurs de stress attribuables aux changements d'horaire.

Le commandant a ressenti de la frustration en raison des problèmes liés à la préparation du vol et il ressort de l'examen de ses paroles que cette frustration ne s'est pas dissipée après le décollage. Les 43 jurons proférés par le commandant pendant ses échanges avec le premier

officier (P/O) au cours des 2 heures précédant l'événement, pendant lesquelles il n'y avait ni urgence ni cause de stress, représentent environ 21,5 jurons par heure. Un tel comportement de la part du commandant était inhabituel[122].

La longue journée et le cycle du rythme circadien au moment de l'événement peuvent avoir eu un effet cumulatif qui a aggravé la fatigue attribuable à la perturbation aiguë du sommeil. Étant donné la période de veille de 1,5 heure et la période de sommeil écourtée que le commandant avait connu pendant la nuit précédant l'événement, il se peut qu'une perturbation aiguë du sommeil ait été un facteur dans son comportement durant le vol en augmentant le risque de fatigue et en intensifiant les baisses connexes de la performance. Le P/O n'avait pas connu la même perturbation du sommeil, on estime donc que la fatigue présentait un moindre risque pour lui.

Les conditions météorologiques étaient pires que prévu et permettaient difficilement d'établir le contact visuel avec les environs de la piste et d'aligner l'aéronef sur la piste. La difficulté à maintenir l'altitude et la vitesse indiquée était probablement attribuable au niveau de stress accru et a renforcé la perception que la situation s'aggravait. En outre, les conditions météorologiques signalées à l'aéroport de dégagement étaient pires que celles à CYSK. Tous ces facteurs auraient augmenté le niveau de stress et la charge de travail pendant que l'équipage tentait de se sortir de cette situation difficile.

Des niveaux élevés de stress peuvent avoir une incidence défavorable sur la capacité d'un pilote à percevoir et à évaluer les indices dans son environnement et peuvent entraîner une diminution de l'attention. Les pilotes peuvent alors n'être attentifs qu'à certains indices à l'exclusion d'autres et ne plus être conscients de la situation. Dans des conditions de stress extrême, cela peut amener à ne plus effectuer automatiquement des gestes bien appris et répétés souvent. L'équipage portait toute son attention sur l'atterrissage de l'aéronef à CYSK. Une augmentation de la charge de travail et du stress durant les approches aux instruments a réduit l'attention de l'équipage et l'a mené à déroger aux procédures bien apprises et répétées souvent.

---

122 T. Jay (2009). « The utility and ubiquity of taboo words », *Perspectives on Psychological Science*, 4(2), pp. 153-161.

2.4 Gestion des ressources en équipe

2.4.1 Normes de formation sur la gestion des ressources en équipe

Les normes de formation sur la gestion des ressources en équipe (CRM) de Transports Canada (TC) reposent sur des concepts dépassés. Ce point a déjà été soulevé dans d'autres rapports d'enquête du BST, et plus récemment dans le rapport sur l'événement d'impact sans perte de contrôle (CFIT) d'un Boeing 737-210C à Resolute Bay (Nunavut) (rapport d'enquête aéronautique A11H0002 du BST). Bien que TC soit en train d'élaborer une nouvelle norme de formation qui visera les activités aériennes menées en vertu des sous-parties 702, 703, 704 et 705 du RAC, ces changements n'ont pas encore été promulgués.

Comme en font état la préoccupation liée à la sécurité soulevée dans le rapport A11H0002 du BST, jusqu'à la mise en place d'un nouveau cadre réglementaire pour la formation en CRM et la validation de son efficacité, les équipages de conduite risquent de ne pas mettre systématiquement en pratique une CRM efficace.

Si les exigences de formation en CRM de TC ne reflètent pas les progrès réalisés dans ce type de formation, tel que la formation en gestion des menaces et des erreurs (TEM) et l'entraînement à l'assertivité, il y a un risque accru que les équipages ne recourent pas efficacement à la CRM pour évaluer les situations et prendre les bonnes décisions dans les situations critiques.

2.4.2 Formation reçue par l'équipage

Ce vol a été effectué en vertu de la sous-partie 704 du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC); une formation en CRM n'était donc pas requise. L'entreprise était tenue de fournir une formation en CRM à ses équipages qui exploitent un aéronef en vertu de la sous-partie 705 et avait décidé de fournir cette formation également aux équipages visés par les sous-parties 703 et 704. Le P/O avait reçu cette formation. Le commandant avait reçu une formation en CRM lorsqu'il travaillait pour un autre exploitant. La formation dispensée par Perimeter était conforme aux exigences de formation en CRM de TC pour les exploitations visées par la sous-partie 705.

2.4.3 Gestion des ressources en équipe durant les approches

2.4.3.1 Plan d'approche initial

En discutant du carburant qui restait et des conditions météorologiques aux aéroports de dégagement possibles, l'équipage a constaté qu'il n'y avait assez de carburant que pour se rendre à l'aéroport de dégagement prévu, où les conditions étaient en deçà des minima réglementaires pour une approche au moment où l'aéronef descendait pour amorcer l'approche initiale à CYSK. En guise de plan d'action, l'équipage avait envisagé d'effectuer plusieurs tentatives d'approche à CYSK, plutôt que de se dérouter vers l'aéroport de dégagement; il n'avait toutefois pas décidé d'un plan d'action précis, car il prévoyait probablement atterrir à CYSK étant donné que les conditions météorologiques étaient au-dessus des minima réglementaires pour une approche.

Le commandant a fait part dans son exposé que le plan initial serait une approche visuelle directe de la piste 09 et que si cette piste n’était pas visible, l’équipage de conduite poursuivrait directement vers le radiophare non directionnel (NDB) YSK pour une approche NDB de la piste 27.

Étant donné qu’il n’y avait pas de cartes d’approche aux instruments pour une des deux pistes, il n’était pas possible d’atterrir face au vent sans devoir effectuer une approche indirecte. Cela, combiné à une tentative d’approche indirecte manquée, a amené l’équipage à opter pour une approche et un atterrissage avec un fort vent arrière sur la piste 27.

L’exposé d’approche indiquait l’altitude et la distance du virage conventionnel, mais ne précisait pas si le virage conventionnel serait fait vers le nord ou le sud de la trajectoire de rapprochement. Le P/O a demandé la direction du virage conventionnel, mais l’exposé s’est poursuivi pour passer à l’altitude ciblée et il n’a reçu aucune réponse. L’équipage s’est servi du système mondial de positionnement (GPS) pour déterminer la distance du NDB.

L’exposé d’approche interrompue a décrit celle-ci comme « maintenir une route suivant l’orientation de la piste jusqu’à l’altitude minimale de sécurité (MSA) ». La décision concernant le plan d’action à adopter par la suite a été reportée. Il manquait dans cet exposé la dernière partie des instructions d’approche interrompue publiées, soit un virage à droite pour retourner au NDB YSK. Certaines de ces erreurs sont probablement attribuables à l’absence de cartes d’approche aux instruments.

De plus, aucune décision n’a été prise relativement à ce qu’il fallait faire au point d’approche interrompue (MAP) de la piste 27, c’est-à-dire atterrir ou effectuer une approche indirecte de la piste 09. L’équipage a discuté des effets possibles d’un atterrissage avec vent arrière sur la piste 27, mais rien n’a été confirmé en ce qui concerne les options d’approche indirecte. Une approche indirecte a été confirmée seulement lorsque la piste était visible.

L’équipage prévoyait acquérir les repères visuels au sol au cours de l’approche vers la piste 27, car le plafond nuageux et la visibilité signalés étaient au-dessus des minima réglementaires pour cette approche. Cela pourrait également expliquer pourquoi les points susmentionnés n’ont pas été résolus.

L’équipage a tenu compte des corrections en raison du temps froid et les a apportées à l’altitude minimale de descente (MDA) pour l’approche NDB de la piste 27 et aux autres altitudes de la procédure. Des corrections n’ont toutefois pas été apportées à la MDA d’approche indirecte, puisque cette dernière n’avait pas été obtenue. Bien que la réglementation ne l’exige pas, si des corrections en raison du temps froid ne sont pas apportées à toutes les altitudes indiquées sur la carte d’approche, il y a un risque accru de CFIT à cause de la réduction de la hauteur de franchissement des obstacles.

2.4.3.2 *Première approche de la piste 27*

À l’arrivée aux environs de CYSK, la piste n’était pas visible et l’équipage a amorcé l’approche NDB de la piste 27. Le commandant a effectué une approche indirecte en forme de poire vers la droite, dans la direction opposée à celle publiée. Cependant, puisque

l’équipage a utilisé l’altitude pour la distance de 25 milles marins (nm), le franchissement des obstacles a été assuré.

En s’approchant de la MDA sur la trajectoire de rapprochement, l’équipage a aperçu les lumières de la ville et, peu après, la piste. Comme l’aéronef n’était pas en position pour atterrir sur la piste 27, le commandant a amorcé une manœuvre d’approche indirecte de la piste 09, et le P/O a donné son accord.

2.4.3.3 Procédure d’approche indirecte suivant la première approche de la piste 27

Le commandant était le pilote aux commandes (PF) et le premier officier, le pilote qui n’était pas aux commandes (PNF). Dans la procédure d’approche indirecte, le PF doit maintenir les repères visuels de la piste, ainsi que l’altitude d’approche indirecte publiée afin de franchir les obstacles. Le PNF surveille les instruments et annonce les écarts par rapport à la vitesse indiquée et à l’altitude. L’équipage ne disposait pas de la carte d’approche et on ne lui avait pas indiqué l’altitude minimale d’approche indirecte de 620 pieds. Le commandant a décidé de maintenir une altitude de 500 pieds au-dessus du niveau de la mer (asl) pendant le virage, même si l’altitude de 600 pieds asl avait été indiquée pendant l’exposé et réglée à l’altimètre.

Peu de temps après avoir amorcé la manœuvre d’approche indirecte, le commandant a perdu le contact visuel avec la piste. L’équipage doit amorcer une approche interrompue lorsqu’il perd de vue les repères visuels, mais il a plutôt poursuivi le virage dans des conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC). À ce moment-là, il ne s’agissait plus d’une procédure d’approche indirecte, mais plutôt d’une manœuvre visant à positionner l’aéronef afin d’établir de nouveau le contact visuel avec la piste. Au cours de cette manœuvre, l’aéronef volait à une altitude d’aussi peu que 155 pieds agl. Pendant que l’aéronef revenait vers l’aéroport à une altitude d’environ 400 pieds asl, le commandant a vu la piste, mais cette fois encore, l’aéronef n’était pas en position pour atterrir.

Pendant l’approche indirecte de la piste 09, des signes de stress nuisant au rendement de l’équipage et à la CRM se manifestaient. L’équipage a omis de faire des annonces ou n’y a pas répondu, n’a pas amorcé ou apporté des corrections aux paramètres de vol; la prise de décisions a été compromise, et l’équipage a dérogé à la réglementation et aux procédures. Le fait de passer outre à des menaces et des erreurs est une réaction connue au stress. L’accumulation des menaces et des erreurs mal gérées a eu une incidence sur le niveau de stress de l’équipage, ce qui explique probablement pourquoi l’équipage n’a pas suivi la procédure d’approche interrompue requise lorsqu’il a perdu le contact visuel avec la piste au cours de la procédure d’approche indirecte de la piste 09. L’omission d’amorcer une approche interrompue lorsque l’équipage a perdu de vue les repères visuels de la piste au cours de la l’approche indirecte a accru le risque de CFIT.

2.4.3.4 Deuxième procédure d’approche indirecte

L’équipage a décidé d’amorcer une procédure d’approche indirecte de la piste 27. Au cours de l’étape initiale de cette manœuvre, il y a eu des écarts par rapport à l’altitude et à la vitesse indiquée :

- Montée de 400 pieds asl à 900 pieds asl
- Descente de 900 pieds asl à 560 pieds asl
- Vitesses indiquées variant de 140 à 160 nœuds.

Ces chiffres indiquent probablement une baisse de la vigilance de l'équipage, notamment la surveillance des instruments, résultant du stress causé par des choix réduits et la difficulté de positionner l'aéronef en vue de l'atterrissage. Comme l'aéronef n'était pas pourvu d'un pilote automatique, il était piloté manuellement. Cela a augmenté la charge de travail de l'équipage dans une situation déjà stressante.

Le commandant a de nouveau perdu de vue la piste et a amorcé une approche interrompue près du NDB YSK. S'il s'avère nécessaire d'effectuer une approche interrompue après avoir amorcé des manœuvres à vue, le *Manuel de vol aux instruments*[123] recommande d'amorcer une montée, suivie d'un virage vers le centre de l'aéroport. L'aéronef doit alors se positionner le plus près possible de la trajectoire pour l'approche interrompue pour la manœuvre en cours (NDB de la piste 27). Bien que la procédure d'approche interrompue publiée pour la piste 27 n'ait pas été suivie, l'équipage a fait un virage vers la gauche selon un grand arc en direction du NBD YSK en montant à l'altitude minimale de sécurité pour la distance de 25 nm. Cela n'était pas entièrement conforme à la procédure recommandée, mais le franchissement des obstacles a été assuré.

À 2 reprises à intervalle très rapproché, le P/O a annoncé au commandant que l'altitude était de 1600 pieds, mais le commandant a répondu qu'elle était de 1500 pieds. Le P/O n'a pas corrigé cette erreur. Il s'agit d'un autre exemple de mauvaise communication.

2.4.3.5 Deuxième approche NDB de la piste 27

Au cours de la deuxième approche, il y avait des indications que l'équipage s'écartait davantage des normes et de la réglementation apprises :

- Virage conventionnel effectué à 1500 pieds asl contrairement aux 1600 pieds asl indiqués dans l'exposé;
- Descente à 197 pieds en dessous de la MDA publiée, sans la référence visuelle requise;
- Descente finale retardée, malgré le fait que l'aéronef était haut par rapport au seuil de la piste lorsque le contact visuel a été établi avec les repères visuels;
- Vitesse indiquée excessive (V_{REF} + 30) et taux de descente (>1800 pieds par minute [pi/min]) utilisés une fois la décision d'atterrir prise;
- Hauteur de franchissement du seuil élevée (≈180 pieds agl).

Le commandant avait indiqué qu'il s'agirait de la dernière approche avant de se dérouter vers l'aéroport de dégagement. Le P/O n'était toutefois pas convaincu qu'un déroutement

---

[123] Transports Canada, *Manuel de vol aux instruments*, TP 2076F, quatrième édition, novembre 1997, Alinéa 4.6.3(d).

vers l'aéroport de dégagement était viable. Les 2 pilotes portaient toute leur attention sur l'atterrissage au cours de cette approche, car ils ne pensaient pas avoir d'autres choix. Le commandant a décidé de descendre en dessous de la MDA, probablement pour mieux positionner l'aéronef en vue de l'atterrissage. Le P/O a avisé le commandant de l'écart, mais n'a pas fait part de ses préoccupations lorsqu'aucune correction n'a été apportée, donnant de ce fait son accord tacite à la décision du commandant. Bien que le P/O ait parfois démontré qu'il avait une meilleure conscience de la situation que le commandant, il n'a pas fait part fermement des dérogations importantes aux procédures et à la réglementation.

La piste a été aperçue lorsque l'aéronef se trouvait à environ 0,7 nm du seuil à une hauteur de 253 pieds agl (400 pieds indiqués). Le commandant a demandé les pleins volets 1 seconde après avoir aperçu la piste. Le P/O a vérifié les autres éléments sur la liste de vérification avant l'atterrissage sans que le commandant lui réponde ou lui en fasse la demande. L'absence des réponses requises démontre la saturation des tâches et le stress.

Le commandant a volé au-delà du MAP sans repères visuels de la piste alors que, selon la procédure, une approche interrompue s'imposait. Il s'agit probablement d'une décision réfléchie fondée sur la dernière visualisation de la piste au cours de l'approche précédente et prise en l'absence d'autres choix. L'équipage a jugé qu'il était nécessaire d'atterrir au cours de cette approche.

La descente pour l'atterrissage a été amorcée tard. La puissance moteur a été réduite au régime de ralenti 10 secondes après l'acquisition des repères visuels. On ne sait pas pourquoi il y a eu un délai entre la visualisation de la piste et l'amorce de la descente. Il se peut que le commandant ait commencé à apercevoir une partie des environs de la piste, mais qu'il ait jugé qu'il n'y avait pas suffisamment de repères visuels pour amorcer la descente.

La distance pour descendre était donc moindre, et un angle d'approche plus abrupte était requis pour atterrir dans les limites de la piste. Il en a résulté un taux de descente supérieur (>1800 pi/min) et une vitesse indiquée élevée (150 nœuds) lorsque le commandant a tenté d'atteindre le seuil de la piste. La vitesse sol élevée attribuable à la vitesse indiquée élevée et au fort vent arrière ont compliqué cette tentative. La descente finale a été amorcée au-delà du MAP et, étant donné le vent arrière de 14 nœuds, l'aéronef est demeuré au-dessus de la trajectoire de descente voulue de 3 degrés.

Au cours de cette tentative d'atterrissage, le premier avertissement PULL UP du dispositif avertisseur de proximité du sol (GPWS) a été émis lorsque le taux de descente a dépassé 1800 pi/min. L'aéronef s'est approché du seuil de la piste à une hauteur d'environ 180 pieds agl et à une vitesse sol estimée à 159 nœuds. L'avertissement du GPWS s'est maintenu jusqu'à ce que l'aéronef soit à environ 900 pieds au-delà du seuil à une hauteur d'environ 60 pieds agl. Le commandant était résolu à atterrir malgré l'instabilité croissante de l'approche. Le commandant n'avait plus une vue d'ensemble de la situation et ne savait pas à quel point l'approche s'était détériorée et que les chances d'atterrir en toute sécurité étaient réduites.

Le P/O surveillait la vitesse indiquée et annonçait les écarts, mais n'a pas fait part de ses préoccupations concernant la vitesse et la hauteur de l'aéronef au seuil. Le P/O avait

également perdu toute perspective de la situation de l'aéronef et des risques croissants liés à cette approche.

Le commandant et le P/O portaient toute leur attention sur un aspect très précis de l'approche et ne se sont pas rendu compte de la menace que posaient le taux de descente et la vitesse indiquée élevés lorsque l'aéronef a franchi le seuil. Cela, ajouté à l'absence de réaction aux alertes du GPWS, révèle une diminution de l'attention.

Les 2 pilotes étaient tous les 2 concentrés sur l'atterrissage de l'aéronef et n'ont pas perçu les autres indications qui justifiaient d'opter pour une autre solution.

2.5 Critères d'une approche stabilisée

La procédure d'utilisation normalisée (SOP) de l'entreprise ne comportait ni critères détaillés d'une approche stabilisée ni directives en cas d'approche non stabilisée. La SOP mentionne que le taux de descente ne doit pas dépasser 800 pi/min en dessous d'une altitude de 1000 pieds agl.

La section 1.17.8 des SOP décrit les critères d'une approche stabilisée. En s'approchant du seuil de la piste 27 à environ 180 pieds agl, l'aéronef était instable par rapport à plusieurs de ces paramètres :

- Taux de descente au-dessus de 1800 pi/min
- Vitesse, V_{REF} + 25
- Manettes des gaz au ralenti.

Par conséquent, à mi-parcours de la piste, l'aéronef volait à une hauteur de 20 à 50 pieds agl et à une vitesse sol d'environ 135 nœuds.

L'instabilité à l'approche finale explique en partie pourquoi l'aéronef à mi-parcours de la piste volait à une vitesse et à une altitude excessives.

L'aéronef n'était pas en position pour atterrir et s'arrêter dans les limites de la piste, et une remise des gaz a été amorcée.

2.6 Technique de descente pour les atterrissages avec approche de non-précision

La conception de l'approche de non-précision à CYSK est telle qu'une descente depuis le MAP à la MDA donne lieu à une trajectoire de descente plus abrupte que la trajectoire optimale. Lorsque les repères visuels ne sont pas acquis avant d'être près du MAP à la MDA, les équipages peuvent être tentés d'amorcer une descente abrupte non stabilisée jusqu'au seuil afin d'atterrir. Lorsque le MAP d'une approche de non-précision se trouve au-delà de la trajectoire de descente de 3 degrés, il y a un risque accru qu'une tentative d'atterrissage se solde par une descente abrupte instable, et puisse provoquer un accident à l'approche et à l'atterrissage.

2.7 Atterrissage interrompu

2.7.1 Généralités

Au moment où le commandant a annoncé une remise des gaz, on estime que l'aéronef était en régime d'atterrissage bas en raison des paramètres suivants :

- l'aéronef volait à moins de 50 pieds au-dessus de la piste;
- le train d'atterrissage et les volets étaient en configuration d'atterrissage;
- les manettes des gaz étaient en position de ralenti et la vitesse indiquée diminuait.

L'équipage a utilisé la procédure de remise des gaz décrite dans les SOP. La procédure de l'entreprise indiquait de reconfigurer l'aéronef (train d'atterrissage rentré et volets au ¼) avant d'avoir atteint un taux de montée franc. La rentrée des volets a réduit la portance, ce qui devait être compensé en augmentant soit la vitesse, soit l'assiette en tangage. Cette réduction de la portance s'est produite pendant la transition critique d'un régime d'atterrissage bas à une montée stabilisée. Le laboratoire du BST a évalué l'incidence de la rétraction du train d'atterrissage sur la performance de l'aéronef et a conclu que cela n'avait eu aucune répercussion négative sur la maîtrise de l'aéronef ou la performance de montée .

Lorsque la remise des gaz a été annoncée (10 secondes avant l'impact), le P/O était occupé à régler la puissance et à reconfigurer l'aéronef conformément à la procédure. Ces actions pouvaient l'empêcher de surveiller la vitesse indiquée et le taux de descente à une étape critique du vol. Toute réduction de l'assiette en tangage au cours de cette transition diminue la capacité de l'aéronef d'établir un taux de montée franc.

La procédure d'atterrissage interrompu de l'avionneur exige la confirmation d'un taux de montée franc avant de rentrer le train d'atterrissage et de régler les volets. Ainsi, l'aéronef peut s'éloigner de façon sécuritaire du sol avant d'amorcer d'autres manœuvres.

Après avoir reconfiguré l'aéronef, le P/O a fait une annonce de vitesse (105 nœuds). La vitesse indiquée était donc en dessous de la vitesse de montée cible de 110 nœuds. L'annonce de faible vitesse peut avoir amené le commandant à relâcher involontairement le manche afin d'accélérer à la vitesse de montée cible moyenne voulue. Il s'agit d'une réaction normale à une annonce de faible vitesse à une assiette de montée, mais elle pouvait se révéler inappropriée étant donné que l'aéronef tentait de s'éloigner du sol. Il est également possible que le commandant ait surveillé momentanément l'anémomètre plutôt que l'indicateur d'assiette à un moment où l'assiette en tangage était critique. Un léger relâchement du manche aurait probablement été suffisant pour contrer un taux de montée franc. L'aéronef est entré en collision avec le relief 4 secondes après l'annonce de vitesse.

Le changement de configuration à une étape critique du vol, combiné possiblement à une légère réduction de l'assiette en tangage, pourrait avoir contribué au faible taux de montée de l'aéronef. Un taux de montée suffisant pour assurer le franchissement des obstacles n'a pas été atteint, et l'aéronef est entré en collision avec le relief.

2.8 Sécurité dans la cabine

2.8.1 Occupation des sièges dans la cabine

2.8.1.1 Emplacement des sièges des passagers

Comme pour tous les vols de Perimeter avec l'aéronef Metro III, aucun siège n'était réservé et les passagers pouvaient donc choisir leur siège. Il y a peu d'espace pour les jambes entre les sièges dans l'aéronef Metro III, le couloir est étroit et il n'y a pas de compartiment de rangement supérieur pour les bagages de cabine. Le siège 1G est celui qui offre le plus d'espace pour les jambes, et la porte-escalier principale qui se replie à l'intérieur de la cabine se trouve immédiatement devant ce siège. La mère qui tenait le bébé a choisi ce siège et on ne lui a pas demandé de s'asseoir ailleurs, bien qu'elle eût la responsabilité d'une autre personne. Comme il n'y a pas de dossier de siège devant le siège 1G, la mère n'aurait pas pu prendre la position de protection contre un impact si on lui avait demandé de le faire. En outre, comme il n'y avait pas de siège devant la mère, il y avait très peu de matériau pouvant absorber l'énergie directement devant la mère et son bébé. De plus, la porte-escalier principale de l'aéronef se trouvait directement devant son siège, ce qui présentait un danger pour le bébé.

L'absence, devant les occupants, d'un dossier de siège pouvant absorber l'énergie, combinée à la présence d'un escalier en métal dur et saillant, d'un plafond et de cloisons de cabine, a probablement fait en sorte que le bébé tenu sur les genoux de sa mère a heurté les surfaces intérieures dures non déformables en raison des forces qui se sont exercées au cours de l'accident.

Lorsqu'une personne qui tient un bébé est assise dans une rangée sans dossier de siège devant elle, il y a un risque accru de blessures pour le bébé, car aucune position de protection recommandée contre un impact ne peut être prise.

2.8.1.2 Sièges adjacents à des issues de secours

La carte des mesures de sécurité de Perimeter et TC identifient la porte principale de l'aéronef comme étant une issue de secours. Les pratiques de l'entreprise concernant l'utilisation des sièges adjacents à la porte principale par des personnes qui en aident une autre étaient incompatibles avec cette définition. L'interprétation de Perimeter de ce qui constituait une issue de secours signifiait qu'il était probable que des personnes qui en aidaient une autre aient occupé le siège 1G à l'occasion. Laisser un passager responsable d'une autre personne s'asseoir sur un siège adjacent à une issue de secours peut compromettre la sécurité des passagers ou des membres de l'équipage au cours d'une évacuation d'urgence.

Dans l'événement à l'étude, les occupants ont évacué l'aéronef par l'issue de secours avant sur l'aile droite. La porte principale n'a pas pu être ouverte, car elle a été endommagée au cours de l'impact avec le sol. La présence de la mère du bébé près de la porte principale n'a pas nui à l'évacuation des autres occupants.

Lorsqu'une personne qui en aide une autre est assise dans un siège adjacent à une issue de secours, il y a un risque accru que cela nuise à l'utilisation de cette issue durant l'évacuation.

2.8.2 *Exposés sur la sécurité pour les passagers*

Aucun exposé sur la sécurité n'a été donné individuellement à la mère qui voyageait avec son bébé avant le décollage. L'entreprise ne disposait d'aucune procédure et ne donnait aucune formation sur les exposés individuels et leur contenu. Ces exposés doivent notamment indiquer comment tenir un enfant en bas âge au cours du décollage et de l'atterrissage. Bien qu'aucun exposé individuel n'ait été fait à la mère de ce bébé avant le vol, elle avait souvent voyagé avec ses autres enfants et tenait son bébé comme il était indiqué sur la carte des mesures de sécurité et comme on le lui avait montré au cours d'exposés antérieurs. L'absence d'un exposé individuel dans l'événement à l'étude n'a pas compromis directement la sécurité du bébé.

2.8.3 *Dispositifs de retenue*

2.8.3.1 *Programmes de contrôle des bagages de cabine*

On consacre beaucoup d'efforts, de temps et d'argent aux programmes de contrôle des bagages de cabine que TC exige des transporteurs aériens. Les programmes de contrôle des bagages exigés pour les exploitants visés par la sous-partie 705 du RAC ont notamment comme objectif de veiller à ce que les bagages ne dépassent pas un poids et des dimensions donnés et qu'ils soient rangés de façon sécuritaire durant tout le vol. Des exigences semblables s'appliquent aux bagages de cabine pour les exploitants visés par les sous-parties 703 et 704 en vertu de l'article 602.86 du RAC. En outre, TC a souligné l'importance de vérifier que les passagers gardent leur ceinture de sécurité bouclées en tout temps, et le personnel de cabine a été avisé d'arrimer tout le matériel dans la cabine en prévision de turbulences en vol soudaines et imprévues.

2.8.3.2 *Ensemble de retenue d' enfant*

Des études ont démontré qu'en raison des différences anthropomorphiques (en ce qui concerne notamment la taille, le poids, la dimension de la tête et le développement pelvien) entre les adultes et les enfants, la ceinture abdominale classique ne convient pas pour retenir les petits enfants de façon sécuritaire. Un enfant peut glisser sous la ceinture de sécurité vers le plancher ou être grièvement blessé à l'abdomen en cas de turbulence en vol ou d'atterrissage d'urgence. De plus, en raison de sa plus petite taille, un jeune enfant peut ne pas pouvoir prendre la position de protection contre l'impact recommandée pour les adultes. Si les jeunes enfants ne sont pas adéquatement retenus, ils risquent de subir des blessures plus graves.

2.8.3.3 *Ensemble de retenue de bébé*

Des études biomécanique ont démontré qu'il n'est pas toujours possible pour un adulte de retenir adéquatement sur ses genoux un enfant simplement en le serrant dans ses bras, étant donné les limites de la force de saisie d'un humain. Les enfants en bas âge sont donc exposés inutilement à des risques de blessures lorsqu'ils voyagent sur les genoux d'un adulte. De

nombreux efforts ont été déployés et de nombreuses recommandations, formulées, surtout par le National Transportation Safety Board (NTSB), pour exiger l'utilisation d'ensembles de retenue d'enfant convenant à l'âge et à la taille des bébés et des enfants. Dans la plupart des pays toutefois, y compris au Canada, il n'est pas obligatoire de retenir les enfants en bas âge dans un ensemble de retenue d'enfant convenant à leur âge et à leur taille à quelque moment que ce soit au cours d'un vol. Même s'il a publié de l'information sur la sécurité en cas de turbulence en vol et sur le risque de mort et de blessures pour les passagers lorsque des objets ne sont pas immobilisés, TC n'a pas modifié la réglementation en vue d'exiger des ensembles de retenue pour les enfants en bas âge.

Dans l'événement à l'étude, le bébé n'était pas retenu par un ensemble de retenue d'enfant, et la réglementation ne l'exigeait pas. Le bébé a été éjecté hors des bras de sa mère pendant l'impact, et sa projection contre les surfaces intérieures de l'aéronef a contribué à ses blessures mortelles.

Il n'est pas obligatoire de retenir les enfants en bas âge à quelque moment que ce soit au cours d'un vol. Lorsqu'un enfant en bas âge est éjecté hors des bras de la personne qui le tient, il y a un risque accru que l'enfant en bas âge puisse être blessé ou qu'il blesse ou cause la mort d'autres occupants.

À l'heure actuelle, TC ne prévoit apporter aucun changement à la réglementation en vue d'exiger l'utilisation d'ensembles de retenue pour les bébés et les enfants. Pour le moment, TC recommande d'utiliser des ensembles de retenue d'enfant à bord des aéronefs, mais s'en remet aux transporteurs aériens pour en promouvoir l'utilisation et sensibiliser le public à cet égard. Les bébés et les enfants ne bénéficient donc pas d'un niveau de sécurité équivalent à celui des passagers adultes.

2.8.4 Données insuffisantes concernant les bébés et les enfants à bord d'aéronefs

Le *Règlement sur les renseignements relatifs au transport* n'exige pas des exploitants qu'ils consignent ou qu'ils indiquent au ministre des Transports le nombre d'enfants et de bébés voyageant en aéronef et leur âge. Les enfants en bas âge ne sont pas inclus dans le dénombrement des passagers lorsque les parents ou les passagers qui en ont la garde les tiennent sur leurs genoux. Comme les données recueillies sur le nombre de passagers n'indiquent pas séparément les enfants âgés de moins de 12 ans, il n'est pas facile d'en extraire cette information. Il est donc difficile d'évaluer avec justesse les risques auxquels sont exposés les bébés et les enfants dans les aéronefs.

Les données statistiques de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) et de TC révèlent que le nombre de personnes voyageant en aéronef augmente, mais n'indiquent pas la proportion de bébés et d'enfants passagers. L'information fournie par Perimeter et 3 autres transporteurs aériens indique que les bébés et les enfants représentent près de 14 % du nombre total de leurs passagers.

Pour évaluer les risques et mettre en place des mesures de sécurité, il faut des données. Sans données pertinentes, il est impossible d'établir adéquatement l'exposition aux risques de cette population. Le nombre de bébés et d'enfants que transportent ces exploitants pourrait

être plus élevé comparativement à celui des exploitants aériens desservant des destinations dans le sud du pays, car le transport aérien constitue souvent le seul moyen de voyager pour les collectivités du Nord. Tous les passagers, peu importe leur âge, devraient néanmoins bénéficier du même niveau de sécurité.

De plus, il faut plus de données sur l'âge, la taille et les types de blessures que subissent les bébés et les enfants et sur l'utilisation des dispositifs de retenue pour ceux-ci afin de mieux connaître les risques auxquels ils sont exposés et de soutenir la mise au point de dispositifs de retenue efficaces pour ces passagers. Le BST ne peut analyser les tendances sans disposer de données.

Si plus de données sur le nombre de bébés et d'enfants voyageant par aéronef ne sont pas disponibles, il est possible qu'on ne puisse évaluer avec justesse ni atténuer les risques de blessures et de décès auxquels ils sont exposés en cas de turbulence ou d'accident offrant des chances de survie.

2.9 Enjeux organisationnels

2.9.1 Formation donnée par l'entreprise sur le dispositif avertisseur de proximité du sol

Dans le COM et le manuel de vol (AFM), le déclenchement d'un avertissement du GPWS exige de cabrer immédiatement l'aéronef. Les SOP ne mentionnent toutefois ni annonces ou réponses normalisées ni interventions à effectuer en cas d'alerte. En l'absence de directives suffisantes dans les SOP, les équipages risquent de ne pas réagir et de ne pas prendre les mesures nécessaires lorsque des alertes du GPWS se font entendre.

2.9.1 Procédure d'atterrissage interrompu du manuel de vol et procédures opérationnelles de remise des gaz

Les SOP de l'entreprise ne comprennent qu'une seule procédure pour la remise des gaz d'un aéronef lorsque les 2 moteurs fonctionnent, peu importe le régime ou l'étape de l'approche et de l'atterrissage. Bien que la SOP ne traite pas d'un atterrissage interrompu à régime d'atterrissage bas, une formation sur cette SOP était donnée lors de l'exécution de remises des gaz à bas régime.

Selon la procédure, il faut relever les volets au cours de la transition critique entre une tentative d'atterrissage (à proximité du sol) et une montée stabilisée, ce qui a contribué à la pente de montée insuffisante pour franchir les obstacles.

L'AFM comporte une procédure distincte pour les atterrissages interrompus qui traite de cette étape critique d'un vol.

Si les SOP, l'AFM et la formation ne traitent pas de la remise des gaz à bas régime de la même façon, les équipages risquent de ne pas réagir de façon appropriée au cours d'une étape critique du vol.

2.9.2 Analyse de sécurité

Le processus d'élaboration d'une analyse de sécurité de l'entreprise a été conçu pour servir d'outil proactif afin de cerner et d'atténuer les risques. L'établissement des facteurs de risque accroît la conscience de la situation, améliore la planification avant le départ et rehausse la gestion efficace de ces risques. Ce processus, qui exige la participation de plusieurs représentants de l'entreprise, est toutefois laborieux et n'est pas conçu pour accommoder les demandes impromptues visant des vols nolisés. Comme les vols à CYSK étaient assez fréquents, l'entreprise n'a pas considéré la demande du vol nolisé comme une demande pour une nouvelle destination, et aucune analyse de sécurité n'a donc pas été faite.

2.9.3 Carburant additionnel

Il a été déterminé au cours de l'enquête que 200 livres additionnelles de carburant avaient été chargées dans l'aéronef à titre de mesure de sécurité en cas de retards imprévus. L'entreprise était au fait de cette pratique de charger du carburant additionnel. Comme dans le cas du vol en question, cela pouvait signifier que la masse maximale au décollage approuvée par le constructeur de l'aéronef était outrepassée par ces 200 livres additionnelles de carburant. Cette masse supplémentaire n'a pas eu d'incidence sur la performance de l'aéronef au cours de l'approche, de l'atterrissage ou de la remise des gaz à CYSK. Le carburant consommé au cours du vol de 3 heures a fait en sorte que la masse totale de l'aéronef était bien inférieure à la masse totale maximale. Lorsque le carburant additionnel chargé à titre de mesure de sécurité n'est pas considéré dans la masse totale de l'aéronef, il y a un risque de ne pas exploiter l'aéronef conformément à son certificat de navigabilité ou de ne pas satisfaire aux critères de performance énoncés sur le certificat.

2.10 Surveillance exercée par Transports Canada

Perimeter n'a pas jugé nécessaire de faire une analyse de sécurité avant le vol nolisé en question, car les activités à CYSK sont semblables à celles de la majorité des aéroports desservis par l'entreprise. TC travaille en étroite collaboration avec Perimeter afin de veiller à ce que l'entreprise continue de se conformer aux exigences réglementaires. L'information circule et la communication est constamment assurée. Bien que TC savait que l'entreprise effectuait souvent des vols nolisés ou d'évacuation sanitaire vers CYSK, il n'avait pas exigé avant le vol en question que Perimeter fasse une analyse de sécurité afin de cerner les facteurs de risque liés à ces vols. Une analyse de sécurité a pour objectif d'évaluer la faisabilité d'un vol nolisé donné tout en assurant un certain niveau de sécurité. Bien qu'il s'agisse d'un exercice administratif, l'analyse de sécurité vise à cerner les facteurs de risque liés à une destination et à atténuer dans la mesure du raisonnable toute menace existante. Comme les menaces peuvent varier selon la destination, les conditions météorologiques et l'heure de la journée, celles propres à un type d'exploitation peuvent être prévisibles et donc gérables. L'analyse de sécurité fait partie du système de gestion de la sécurité (SGS) de l'entreprise, que surveille TC.

L'entreprise avait parfois assis dans un siège adjacent à la porte principale des passagers à mobilité réduite ou des passagers aidant une personne, car ce siège offre le plus d'espace pour aider quelqu'un ou pour bouger. Le SGS de l'entreprise n'avait pas relevé cette pratique

non conforme. Lorsque le SGS d'une entreprise ne relève pas, ne signale pas et ne règle pas les pratiques non conformes, il y a un risque que de telles pratiques ne soient pas réglées en temps opportun.

Les inspections de processus (IP) menées par TC chez Perimeter avant l'événement à l'étude n'ont pas relevé cette pratique non conforme qui consiste à asseoir dans un siège adjacent à une issue de secours des passagers ayant une mobilité réduite ou aidant une autre personne. TC n'a probablement pas relevé ce danger pendant les IP, car l'organisme n'a pas vu de passagers ayant une mobilité réduite, ou aidant une personne, assis près des issues de secours. Les IP visent le plus souvent les exigences administratives et les documents requis indiqués dans le SGS d'une entreprise. Si la surveillance exercée par TC repose sur l'efficacité du SGS de l'entreprise à signaler les problèmes de sécurité, il y a un risque que des problèmes de sécurité importants passent inaperçus.

Les inspections de validation de programme (IVP) et les inspections de processus (IP) permettent de relever les cas de non-conformité aux exigences réglementaires, mais elles visent également à relever les dangers qui pourraient compromettre la sécurité d'un vol ou entraîner des blessures ou des décès. L'IP menée après l'événement n'a permis ni de faire des constatations, ni de tirer des conclusions sur le fait d'asseoir une mère et son bébé dans un siège adjacent à une issue ou de faire des recommandations concernant le problème de sécurité que représentait le fait de ne pas avoir utiliser un ensemble de retenue d'enfant pour le bébé.

3.0 Faits établis

3.1 Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. L'absence des documents de vol requis, tels que les cartes d'approche aux instruments, a compromis la rigueur de la planification du vol et a obligé le commandant à trouver une solution de rechange. L'absence de documents a également empêché l'équipage d'être pleinement conscient de la situation au cours des approches à CYSK (Sanikiluaq).

2. Les conditions météorologiques sous les minima réglementaires pour une approche à l'aéroport de dégagement CYGW (Kuujjuarapik) et la quantité insuffisante de carburant pour se rendre jusqu'à CYGL (La Grande Rivière) ont exclu toute option de déroutement envisageable. Un atterrissage réussi à CYGW était considéré comme improbable et a exercé une pression accrue sur l'équipage en faveur d'un atterrissage à CYSK (Sanikiluaq).

3. La frustration, la fatigue ainsi qu'une augmentation de la charge de travail et du stress durant les approches aux instruments ont réduit l'attention de l'équipage et l'ont amené à déroger aux procédures bien apprises et répétées souvent.

4. Étant donné qu'il n'y avait pas de cartes d'approche aux instruments pour la piste dans le vent et que les tentatives d'approche indirecte avaient échoué, l'équipage a décidé d'atterrir avec un vent arrière, ce qui a provoqué une descente abrupte et instable.

5. La descente finale a été amorcée au-delà du point d'approche interrompue et, étant donné le vent arrière de 14 nœuds, l'aéronef est demeuré au-dessus de la trajectoire de descente voulue de 3 degrés.

6. Ni l'un ni l'autre des pilotes n'a entendu les alertes du dispositif avertisseur de proximité du sol, car ils étaient tous les 2 concentrés sur l'atterrissage de l'aéronef et n'ont pas perçu les autres indications qui justifiaient d'opter pour une autre solution.

7. Durant l'approche finale, plusieurs paramètres de l'aéronef étaient instables. Cette instabilité explique en partie pourquoi l'aéronef à mi-parcours de la piste d'atterrissage volait à une vitesse et à une altitude excessives.

8. L'aéronef n'était pas en position pour atterrir et s'arrêter dans les limites de la piste, et une remise des gaz a été amorcée à régime d'atterrissage bas.

9. Le commandant a possiblement relâché le manche au cours de la montée en raison de la faible vitesse indiquée. Ce geste et le changement de configuration à une étape critique du vol, comme le veulent les procédures de l'entreprise, pourraient avoir contribué au faible taux de montée de l'aéronef.

10. Un taux de montée suffisant pour assurer le franchissement des obstacles n’a pas été atteint, et l’aéronef est entré en collision avec le relief.

11. Le bébé passager n’était pas retenu par un ensemble de retenue d’enfant, et la réglementation ne l’exigeait pas. Le bébé a été éjecté hors des bras de sa mère pendant l’impact, et sa projection contre les surfaces intérieures de l’aéronef a contribué à ses blessures mortelles.

3.2 Faits établis quant aux risques

1. Lors d’approches aux instruments sans référence à une carte d’approche, il y a un risque de ne pas être pleinement conscient de la situation et de commettre une erreur en suivant les procédures requises, ce qui pourrait empêcher de franchir les obstacles et provoquer un accident.

2. Lorsque le carburant additionnel chargé à titre de mesure de sécurité n’est pas considéré dans la masse totale de l’aéronef, il y a un risque de ne pas exploiter l’aéronef conformément à son certificat de navigabilité ou de ne pas satisfaire aux critères de performance énoncés sur le certificat.

3. Si les exigences de formation en gestion des ressources en équipe de Transports Canada ne reflètent pas les progrès réalisés dans ce type de formation, tel que la formation en gestion des menaces et des erreurs et en assertivité, il y a un risque accru que les équipages ne recourent pas efficacement à la gestion des ressources en équipe pour évaluer les situations et prendre les bonnes décisions dans les situations critiques.

4. Lorsqu’une personne qui en aide une autre est assise dans un siège adjacent à une issue de secours, il y a un risque accru que cela nuise à l’utilisation de cette issue durant l’évacuation.

5. Lorsqu’une personne qui tient un bébé est assise dans une rangée sans dossier de siège devant elle, il y a un risque accru de blessures pour le bébé, car aucune position de protection recommandée contre un impact ne peut être prise.

6. Si les jeunes enfants ne sont pas adéquatement retenus, ils risquent de subir des blessures plus graves.

7. Lorsqu’un enfant en bas âge est éjecté hors des bras de la personne qui le tient, il y a un risque accru que l’enfant en bas âge puisse être blessé, ou qu’il blesse ou cause la mort d’autres occupants.

8. Si plus de données sur le nombre de bébés et d’enfants voyageant par aéronef ne sont pas disponibles, il est possible qu’on ne puisse évaluer avec justesse ni atténuer les risques de blessures et de décès auxquels ils sont exposés en cas de turbulence ou d’accident offrant des chances de survie.

9. Si des corrections en raison du temps froid ne sont pas apportées à toutes les altitudes indiquées sur la carte d’approche, il y a un risque accru d’impact sans perte de contrôle à cause de la réduction de la hauteur de franchissement des obstacles.

10. Lorsque le point d’approche interrompue d’une approche de non-précision se trouve au-delà de la trajectoire de descente de 3 degrés, il y a un risque accru qu’une tentative d’atterrissage se solde par une descente abrupte instable, et puisse provoquer un accident à l’approche et à l’atterrissage.

11. En l’absence de directives suffisantes dans les procédures d’utilisation normalisées, les équipages risquent de ne pas réagir et de ne pas prendre les mesures nécessaires lorsque des alertes du dispositif avertisseur de proximité du sol se font entendre.

12. Si les les procédures d’utilisation normalisées, le manuel de vol et la formation ne traitent pas de la remise des gaz à bas régime de la même façon, les équipages risquent de ne pas réagir de façon appropriée au cours d’une étape critique du vol.

13. Lorsque le système de gestion de la sécurité d’une entreprise ne relève pas, ne signale pas et ne règle pas les pratiques non conformes, il y a un risque que de telles pratiques ne soient pas réglées en temps opportun.

14. Si la surveillance exercée par Transports Canada repose sur l’efficacité du système de gestion de la sécurité de l’entreprise à signaler les problèmes de sécurité, il y a un risque que des problèmes de sécurité importants passent inaperçus.

3.3 Autres faits établis

1. L’intervention rapide des personnes au sol a réduit l’exposition aux éléments des passagers et de l’équipage de conduite.

4.0 *Mesures de sécurité*

4.1 *Mesures de sécurité prises*

4.1.1 *Perimeter Aviation LP*

4.1.1.1 *Problèmes relatifs à la planification opérationnelle*

Diverses tâches de régulation des vols et d'exploitation sont maintenant regroupées dans un centre de contrôle des opérations du système (SOCC) à la base principale de Winnipeg (CYWG). Le centre de régulation des vols, le centre d'exploitation à l'aéroport de Winnipeg (YWG), le centre d'exploitation à l'aéroport de Thompson (YTH), la régulation des vols d'évacuation sanitaire, et la coordination des vols nolisés logent tous sous un même toit afin d'échanger et de communiquer l'information. Des procédures précises ont été élaborées pour communiquer (par radio) avec les diverses unités opérationnelles. Bien que les programmes visés par les sous-parties 703/704 et 705 du RAC soient autorisés dans le *Manuel d'exploitation de la compagnie* (COM) en tant que systèmes de contrôle d'exploitation distincts, les activités menées en vertu des sous-parties 703 et 704 jouissent de tous les avantages liés à un régulateur de vols de type B depuis la création du SOCC.

4.1.1.2 *Gestion des ressources*

Pour résoudre les questions liées à la gestion des ressources, Perimeter a amélioré pour les équipages de conduite l'accès aux cartes d'approche aux instruments du *Canada Air Pilot* (CAP) en augmentant le nombre d'abonnements au CAP et les emplacements où trouver les cartes (au Canada et aux États-Unis) de même qu'en rendant ces cartes disponibles au SOCC, 24 heures sur 24, 7 jours sur 7. Les équipages de conduite peuvent dorénavant se procurer une version électronique des cartes sur le site intranet de l'entreprise.

Des trousses de documents sur les routes aériennes et les vols nolisés qui ont été élaborées sont disponibles sur le site intranet de l'entreprise afin de mieux communiquer l'information et d'accroître les ressources offertes aux équipages de conduite des vols nolisés. La liste de vérification des vols nolisés a été améliorée afin de mieux communiquer quelle information est requise pour n'importe quel vol et l'endroit où se trouve les items requis pour le vol.

4.1.1.3 *Exposés sur la sécurité pour les passagers*

En mars 2013, Perimeter a modifié la procédure relative à l'exposé sur la sécurité pour les passagers afin d'en assurer l'uniformité. Des cartons aide-mémoire pour l'exposé sur la sécurité pour les passagers ont été produits et placés dans chaque aéronef. Le premier officier (P/O) lit maintenant le texte de ce carton aide-mémoire afin d'être sûr d'aborder tous les points. Ce nouvel exposé a été examiné une première fois en juin 2013. La vérification du contenu et de la présentation de ce nouvel exposé a été effectuée dans le cadre du système de gestion de la sécurité de l'entreprise. Les employés ont accueilli favorablement cet exposé. Les exposés sur la sécurité pour les passagers font maintenant partie intégrante de la vérification annuelle de la compétence du pilote.

4.1.1.4 Approche stabilisée

En décembre 2013, Perimeter a ajouté aux procédures d'utilisation normalisées (SOP) des aéronefs Metro II et Metro III une section traitant de l'approche stabilisée. Cette section précise les conditions d'une approche stabilisée pour les arrivées des vols à vue (VFR) et aux instruments (IFR). Les critères d'une approche stabilisée y sont décrits en détail. Tout écart d'un profil d'approche stabilisée doit donner lieu à une approche interrompue.

4.1.1.5 Approches stabilisées avec angle de descente constant

En décembre 2013, les SOP des aéronefs Metro II et Metro III ont été modifiées afin d'y inclure une section définissant les critères d'une approche stabilisée de non-précision (NPA) avec angle de descente constant (SCDA).

4.1.1.6 Formation sur le dispositif avertisseur de proximité du sol

En août 2013, Perimeter a mis en place une version plus détaillée de la formation sur le dispositif avertisseur de proximité du sol (GPWS) afin de mettre l'accent sur les fonctions et les paramètres de celui-ci. Ainsi, les équipages de conduite comprendront mieux les différents avertissements et les mesurs qu'ils doivent prendre lorsqu'ils se font entendre.

En décembre 2013, les SOP propres aux aéronefs Metro II et Metro III ont été modifiées pour y inclure chacun des avertissements du GPWS et les mesures qu'ils entraînent. Le service de formation a souligné l'importance de la procédure de remise des gaz stabilisée et des mesures séquentielles à exécuter.

4.1.1.7 Annonces normalisées de remise des gaz (coordination de l'équipage)

En décembre 2013, les SOP ont été revues afin de souligner les tâches du pilote aux commandes (PF) et du pilote qui n'est pas aux commandes (PNF) (coordination de l'équipage) ainsi que la phraséologie normalisée à utiliser au cours de la procédure de remise des gaz en cas d'approche interrompue, d'atterrissage interrompu ou lorsqu'il y a des cisaillements du vent. La procédure de remise des gaz a été modifiée afin d'attendre qu'un taux de montée franc soit atteint avant de rentrer le train d'atterrissage et de relever à mi-position les volets.

Une meilleure définition des paramètres de vol a été fournie aux équipages de conduite afin de simplifier la prise de décisions à l'égard de la remise des gaz et d'améliorer l'exécution des procédures de remise des gaz.

4.1.1.8 Trousse de documents relatifs aux vols nolisés

Depuis l'événement à l'étude, Perimeter a élaboré des trousses de documents relatifs aux vols nolisés. Ces trousses sont semblables aux trousses produites pour les routes régulières.

4.1.1.9 Formation sur la gestion des ressources en équipe

En 2013, Perimeter utilisait pour la première fois des compte rendu produits à partir de son propre SGS, ainsi que les commentaires de ses équipages pour donner des exemples plus

réalistes d'interactions entre les membres d'équipage. Cette approche de formation en gestion des ressources en équipe (CRM) a été accueillie favorablement.

4.2 Mesures de sécurité à prendre

4.2.1 Déclaration du nombre de bébés et d'enfants à bord des aéronefs

Selon l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), en 2013, le nombre de passagers transportés est passé à 3,1 milliards, soit une hausse de 4,5 % par rapport à 2012[124]. En ce qui concerne les vols intérieurs réguliers, la circulation aérienne et les marchés ont connu une augmentation globale de 5,1 % dans toutes les régions en 2013. L'Amérique du Nord constitue toujours le plus gros marché des vols intérieurs, représentant 45 % des vols intérieurs réguliers du monde. Il n'y a pas de données statistiques sur le nombre de bébés et d'enfants voyageant par avion.

Selon les données statistiques de Transports Canada (TC), le nombre de passagers dans les aéroports canadiens a augmenté de 2,9 % en 2013, pour atteindre 85,2 millions de passagers embarqués et débarqués. Le trafic intérieur, le trafic entre le Canada et les États-Unis et le trafic international ont augmenté par rapport à l'année précédente, de 2,8 %, 4,4 % et 1,6 %, respectivement[125]. Le nombre de bébés et d'enfants voyageant comme passagers aériens n'est pas disponible.

À l'heure actuelle, en vertu du *Règlement sur les renseignements relatifs au transport*, les transporteurs aériens canadiens doivent fournir un large éventail de renseignements sur leurs activités globales au ministre des Transports. Ils ne sont toutefois pas tenus de déclarer le nombre de bébés et d'enfants à bord des aéronefs. Les données historiques fournies par Perimeter et 3 autres transporteurs aériens au cours de la présente enquête révèlent que les bébés et les enfants (âgés de 0 à 2 ans) et que les enfants (âgés de 2 à 12 ans) représentent près de 14 % du nombre total de leurs passagers.

Même si elles sont disponibles, les données sur le nombre de bébés ne sont pas stockées en vue de leur extraction facile, et celles sur le nombre d'enfants (âgés de moins de 12 ans) qui voyagent sont comprises dans le dénombrement des passagers. Par conséquent, le nombre exact de bébés et de jeunes enfants voyageant à bord d'aéronefs, ainsi que le nombre d'entre eux qui sont assis sur les genoux de la personne qui en a la garde ou sur un siège distinct ne sont pas disponibles, ce qui complique l'évaluation des risques auxquels les bébés et les enfants sont exposés à bord des aéronefs.

---

124 Organisation de l'aviation civile internationale, *Rapport annuel du Conseil* de l'OACI : 2013. Disponible à l'adresse : http://www.icao.int/annual-report-2013/Pages/FR/default_FR.aspx (dernière consultation le 25 juin 2015).

125 Transports Canada, *Les transports au Canada 2013*, TP 14816. Disponible à l'adresse : http://www.tc.gc.ca/media/documents/politique/Transportation_in_Canada_2013_fra_ACCESS.pdf (dernière consultation le 25 juin 2015).

Jusqu'à ce que des données plus précises soient requises, l'industrie ne pourra pas mener des recherches, évaluer les risques et relever les tendances émergentes relatives au transport des bébés et des enfants. Si plus de données sur le nombre de bébés et d'enfants voyageant par aéronef ne sont pas disponibles, il est possible qu'on ne puisse évaluer avec justesse ni atténuer les risques de blessures et de décès auxquels ils sont exposés en cas de turbulence ou d'accident offrant des chances de survie.

En conséquence, le Bureau recommande que :

> le ministère des Transports exige des transporteurs aériens commerciaux de dénombrer et de déclarer périodiquement le nombre de bébés (âgés de moins de 2 ans), y compris ceux assis sur les genoux, et de jeunes enfants (âgés de 2 à 12 ans) à bord des aéronefs.
>
> **Recommandation A15-01 du BST**

4.2.2 Utilisation obligatoire des ensembles de retenue d'enfant

Malgré l'absence de données facilement disponibles sur le nombre de bébés et d'enfants passagers, les données obtenues pour la présente enquête à partir d'un échantillon de 4 exploitants canadiens montrent que les bébés et les enfants constituent une partie importante (près de 14 %) du nombre total de leurs passagers. Ces données ne représentent qu'une partie du nombre de bébés et d'enfants qui voyagent en aéronef, car il y a actuellement 583 exploitants d'aéronefs à voilure fixe enregistrés au Canada. Les données statistiques de TC indiquent que le nombre de passagers dans les aéroports canadiens a augmenté de 2,9 % en 2013, pour atteindre 85,2 millions de passagers embarqués et débarqués.

Des études biomécaniques ont démontré qu'il n'est pas toujours possible pour un adulte de retenir adéquatement sur ses genoux un enfant simplement en le serrant dans ses bras, étant donné les limites de la force de saisie d'un humain. Les enfants en bas âge sont donc exposés inutilement à des risques de blessures lorsqu'ils voyagent sur les genoux d'un adulte. Dans la plupart des pays, y compris au Canada, il n'est pas obligatoire de retenir les enfants en bas âge dans un ensemble de retenue d'enfant convenant à leur âge et à leur taille à quelque moment que ce soit au cours d'un vol. Des études ont également démontré qu'en raison des caractéristiques physiques propres aux jeunes enfants, la ceinture de sécurité classique des adultes ne constitue pas un dispositif de retenue approprié pour eux.

La plupart des autorités de l'aviation civile recommandent de retenir les bébés et les jeunes enfants dans un ensemble de retenue d'enfant approuvé, mais son utilisation n'est pas obligatoire. Bien que des recherches aient été menées au cours des 25 dernières années et que l'appui à l'élaboration de normes régissant les ensembles de retenue d'enfant et de normes de formation ait été assuré et continue de l'être, il n'y a eu aucun progrès concernant l'utilisation obligatoire d'ensembles de retenue d'enfant appropriés à bord des aéronefs commerciaux.

Bien que les passagers soient tenus de ranger de façon sécuritaire leurs bagages de cabine au cours du décollage et de l'atterrissage en raison des risques de blessures pour les autres

passagers en cas d'événement dangereux imprévu, on leur permet encore de tenir sur leurs genoux un enfant de poids et de taille semblables aux bagages de cabine. S'il n'est pas obligatoire de retenir pour leur propre sécurité des enfants de moins de 2 ans, cela pose un problème de sécurité pour les autres passagers[126].

Le National Transportation Safety Board (NTSB) a relevé plusieurs événements où l'équipage, des passagers adultes et des enfants ont été blessés au cours de turbulences imprévues d'intensité moyenne à importante et a décrit comment les bébés et les enfants tenus sur les genoux auraient probablement survécu ou subi des blessures moins graves s'ils avaient été bien retenus[127]. Bon nombre d'accidents d'aéronefs, y compris l'événement à l'étude, ont démontré les risques auxquels sont exposés les bébés et les jeunes enfants mal retenus. Étant donné le rendement global en matière de sécurité de l'aviation commerciale, les passagers pourraient sous-estimer les risques liés à la turbulence en vol imprévue et aux situations d'urgence.

T C ne prévoit pas sensibiliser le public à l'égard des ensembles de retenue d'enfant ou promouvoir leur utilisation. Le Bureau craint que, jusqu'à ce que l'utilisation des ensembles de retenue d'enfant convenant à l'âge et la taille des enfants soit exigée, les parents et les gardiens continueront de voyager avec des bébés et des enfants sans la protection offerte par les ensembles de retenue d'enfant.

Les bébés et les enfants mal retenus courent le risque de se blesser et de perdre la vie et pourraient blesser ou causer la mort d'autres passagers. Jusqu'à l'adoption de nouveaux règlements sur l'utilisation d'ensembles de retenue d'enfant, les bébés et les jeunes enfants assis sur les genoux sont exposés inutilement à des risques et ne bénéficient pas d'un niveau de sécurité équivalent à celui des passagers adultes.

En conséquence, le Bureau recommande que :

> le ministère des Transports travaille avec l'industrie pour mettre au point des ensembles de retenue convenant à l'âge et à la taille des bébés et des jeunes enfants voyageant à bord d'aéronefs commerciaux et qu'il en oblige l'utilisation afin d'assurer un niveau de sécurité équivalent à celui des adultes.
>
> **Recommandation A15-02 du BST**

Le présent rapport conclut l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication de ce rapport le 10 juin 2015. Le rapport a été officiellement publié le 29 juin 2015.

---

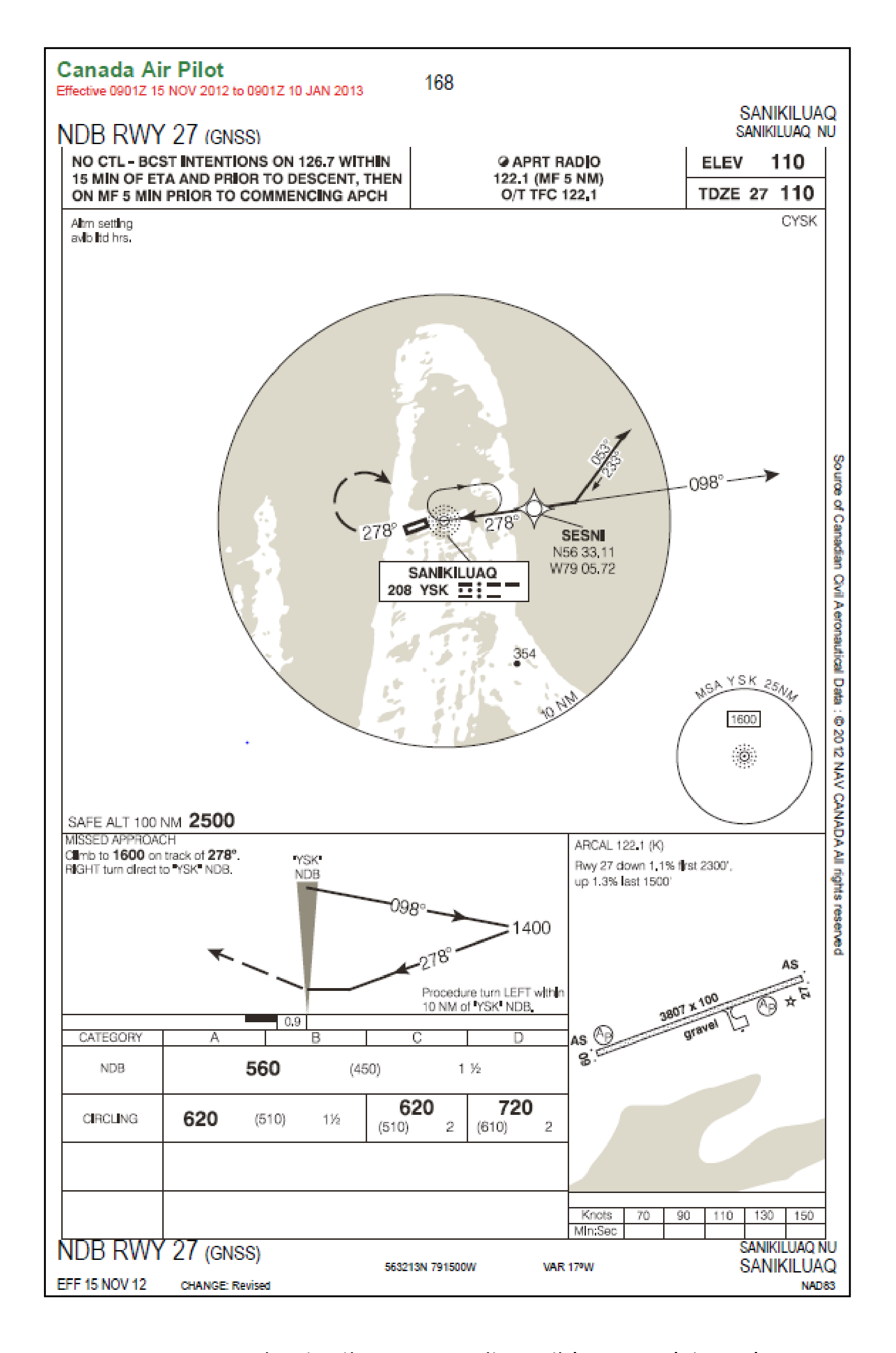
126 National Transportation Safety Board (NTSB) (2010). Recommandations sur la sécurité A-10-121 à 123.

127 Vol 232 de la United Airlines, Sioux City, IA. 1989; vol 1016 de US Air, Charlotte, NC, 1994; vol 267 de Continental, turbulence importante, 1995; vol 903 d'American Airlines, problème en vol, 1997; vol 2809 de Southwest Airlines, turbulence importante, 2008; événement d'aviation générale, Butte, MT, 2009.

Visitez le site Web du Bureau de la sécurité des transports (www.bst-tsb.gc.ca) pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits. Vous y trouverez également la Liste de surveillance, qui énumère les problèmes de sécurité dans les transports qui posent les plus grands risques pour les Canadiens. Dans chaque cas, le BST a constaté que les mesures prises à ce jour sont inadéquates, et que le secteur et les organismes de réglementation doivent adopter d'autres mesures concrètes pour éliminer ces risques.

Annexes

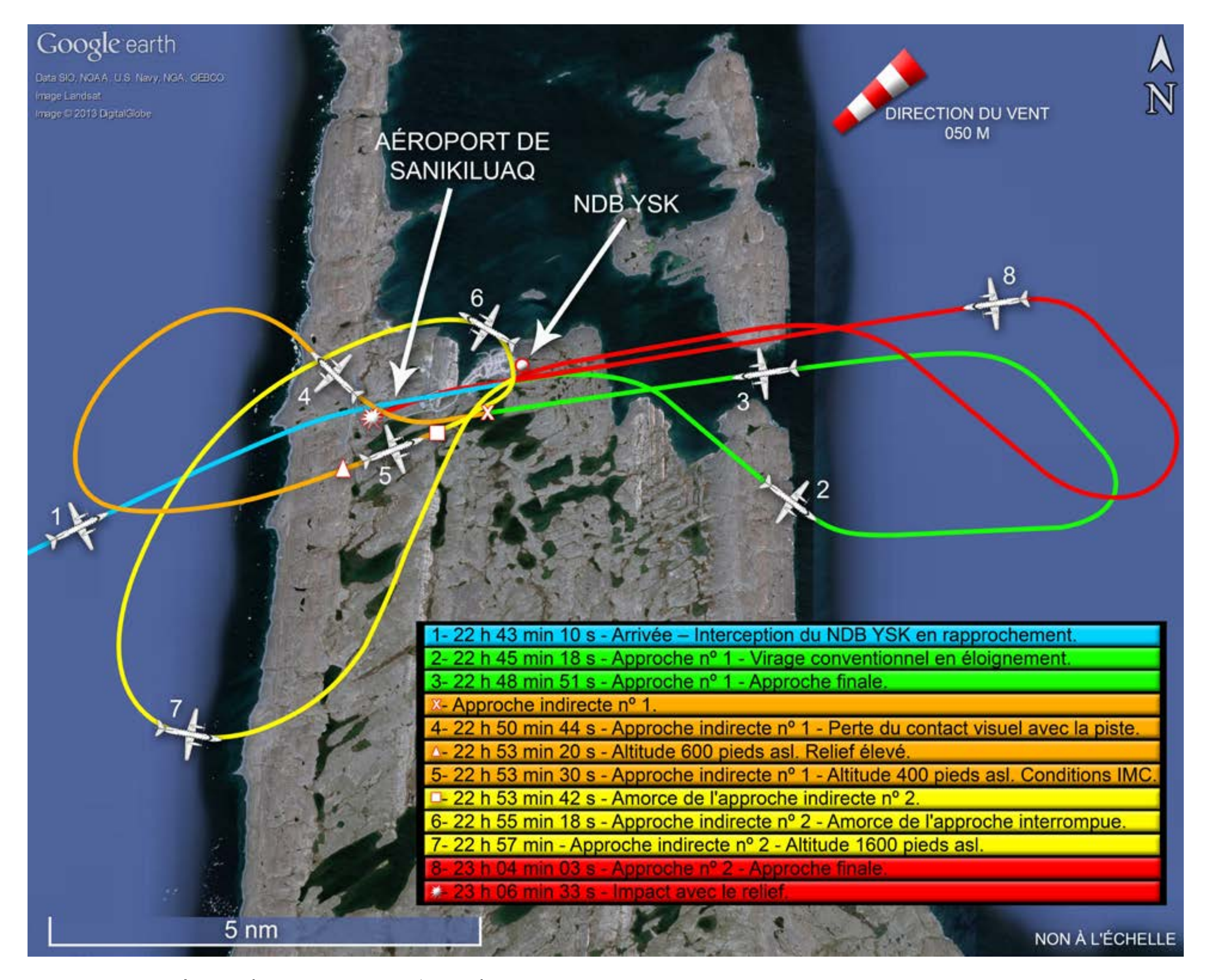
Annexe A – Sanikiluaq (NU) - approche NDB de la piste 27 (GNSS)



Source : NAV CANADA, *Canada Air Pilot* (CAP 1) [disponible en anglais seulement]

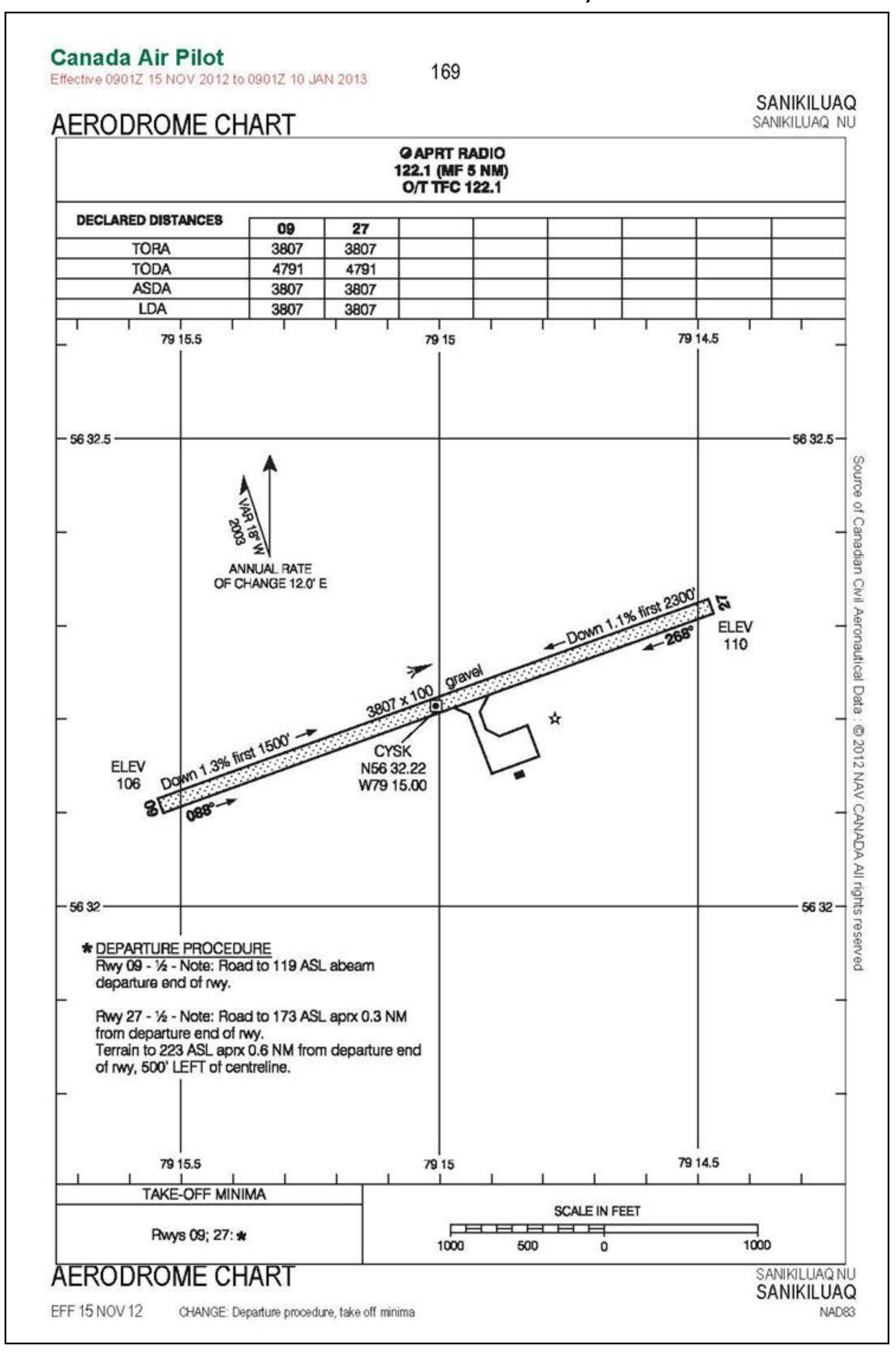
NE DOIT PAS ÊTRE UTILISÉ POUR LA NAVIGATION

Annexe B – Trajectoire de vol



Source : Google Earth, avec annotations du BST

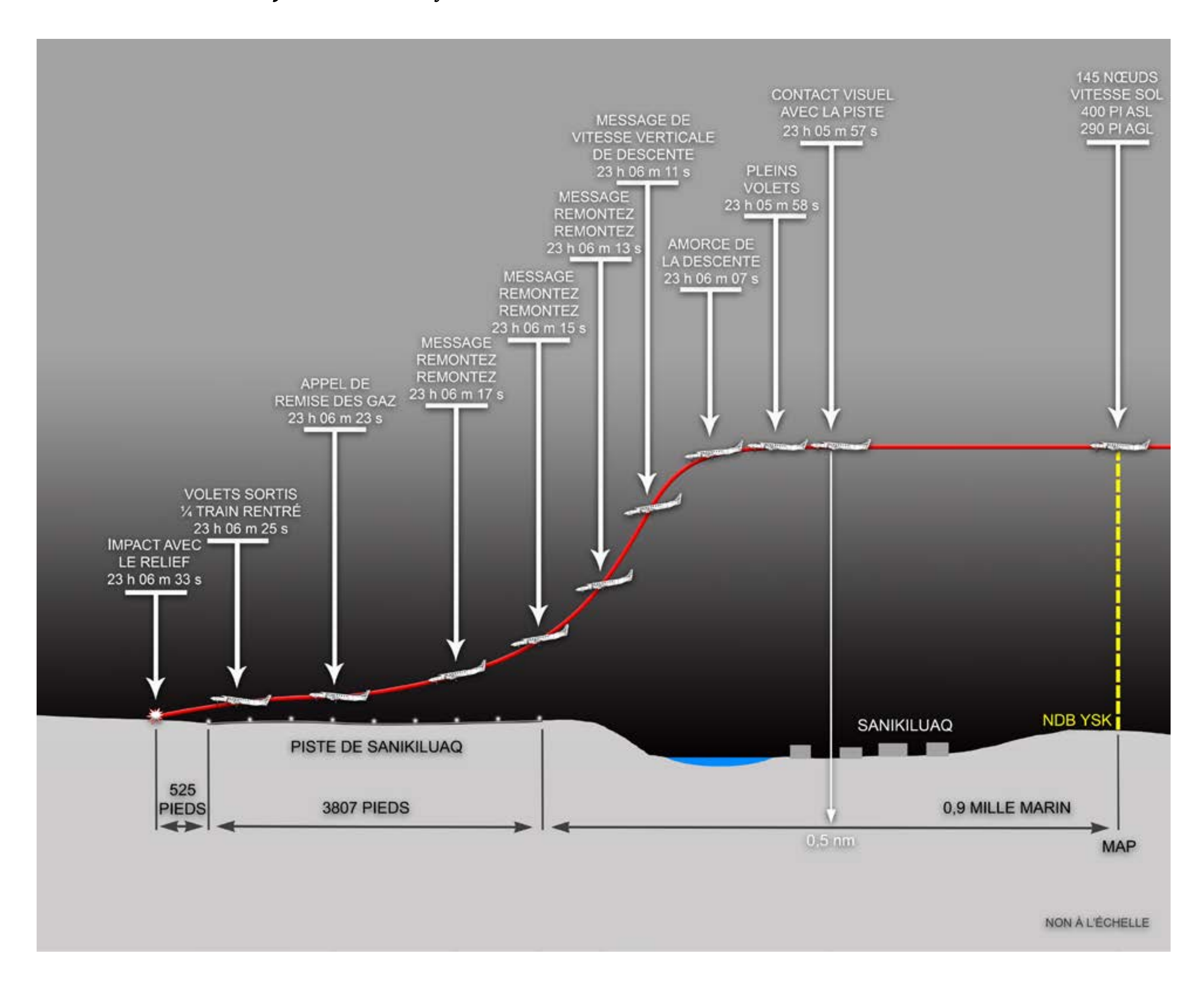
Annexe C – Carte de l'aérodrome de Sanikiluaq (NU) (CYSK)



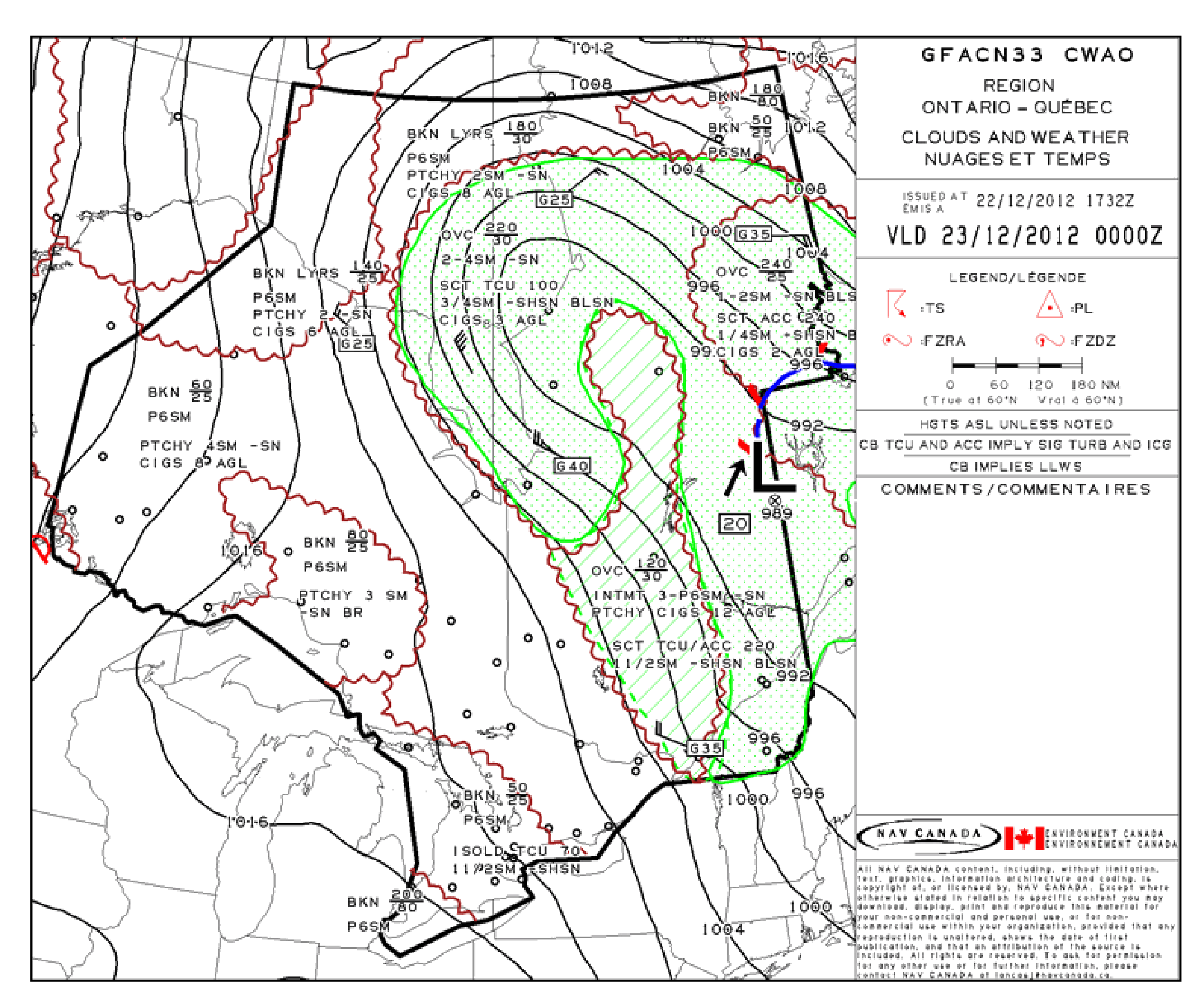
Source : NAV CANADA, *Canada Air Pilot* (CAP 1) [disponible en anglais seulement]

NE DOIT PAS ÊTRE UTILISÉ POUR LA NAVIGATION

Annexe D – Profil de la trajectoire de vol



Annexe E – Prévision de zone graphique (GFA)



Source : NAV CANADA / Environnement Canada

Annexe F – Politiques internationales et initiatives relatives aux ensembles de retenue d'enfant et à la sécurité en vol

Politiques internationales relatives aux ensembles de retenue d'enfant

Plusieurs autorités (dont les membres de l'Union européenne, l'Australie et la Nouvelle-Zélande) autorisent ou même exigent que les enfants en bas âge assis sur les genoux soient retenus avec une ceinture de sécurité additionnelle, ou ceinture sous-abdominale, qui s'attache à la ceinture de sécurité de l'adulte et qui passe autour de l'abdomen de l'enfant. Le Canada et les États-Unis ne permettent pas l'utilisation d'une ceinture sous-abdominale additionnelle, car les recherches ont démontré que les enfants en bas âge ainsi retenus s'en tirent beaucoup moins bien que ceux qui ne sont pas retenus en raison du déplacement vers l'avant de l'adulte au cours d'un impact important et de la force concentrée exercée par cette ceinture sur la région abdominale des enfants en bas âge[128].

Une étude australienne de 2004 a permis de constater qu'un mannequin anthropomorphique d'un enfant en bas âge attaché avec une ceinture de sécurité sous-abdominale additionnelle, bien qu'il ait été retenu au cours d'essais dynamiques, s'est déplacé de façon significative vers l'avant et sa tête a lourdement heurté le dossier du siège devant lui. De plus, le mannequin adulte s'est replié sur l'enfant en bas âge, l'emprisonnant et l'écrasant[129]. Un examen exhaustif[130] des ouvrages scientifiques sur les ensembles de retenue d'enfant dans les aéronefs, surtout ceux traitant de la protection contre les blessures des enfants âgés de moins de 2 ans dans les accidents d'aéronefs offrant des chances de survie, de même que des rapports d'accident, a permis de conclure que pour assurer une sécurité équivalente à celle des passagers adultes, les enfants en bas âge doivent être assis dans un ensemble de retenue d'enfant installé sur un siège distinct. Les auteurs de ce rapport concluent également que le transport d'enfants en bas âge tenus sur les genoux, protégés ou non par une ceinture de sécurité sous-abdominale, n'assure nullement leur protection.

---

128 V. Gowdy et R. DeWeese, (1994). *The performance of child restraint devices in transport airplane passenger seats*. Federal Aviation Administration (FAA) Office of Aviation Medicine, rapport DOT/FAA/AM-94/19, septembre.

129 T. Gibson, K. Thai et M. Lumley, (2006). Child restraint in Australian commercial aircraft. Aviation safety research grant report B2004/024, février.

130 Agence européenne de la sécurité aérienne (AESA), *Study on child restraint systems,* TÜV Rheinland Kraftfahrt GmbH, Team Aviation, novembre 2008. Disponible à l'adresse : http://easa.europa.eu/rulemaking/docs/research/Final%20Report%20EASA%202007.C.28.pdf (dernière consultation le 25 juin 2015).

Recommandations antérieures relatives aux ensembles de retenue d'enfant

National Transportation Safety Board

Le National Transportation Safety Board (NTSB) a formulé plusieurs recommandations[131] sur l'utilisation obligatoire des ensembles de retenue pour enfants en bas âge, sur l'utilisation appropriée d'un harnais de sécurité pour les enfants et sur la sensibilisation du public aux risques de ne pas utiliser un ensemble de retenue pour les enfants âgés de moins de 2 ans.

Le « Child and Youth Transportation Safety Initiative » (initiative de sécurité du transport des enfants et des jeunes) du NTSB promeut la sécurité des enfants dans tous les moyens de transport en mettant l'accent sur l'éducation des parents et des gardiens sur la façon d'assurer la sécurité des enfants qui voyagent. Le NTSB a désigné l'année 2011 comme l'année des enfants et a amorcé une étude sur les enfants présents dans des accidents et des incidents de l'aviation générale (GA). Au cours de 2011, le NTSB a recueilli des données sur 19 accidents et incidents d'aviation générale, dans lesquels 39 enfants de 14 ans ou moins étaient impliqués. Au total, 26 enfants ont subi des blessures mortelles, 2 des blessures graves et 5 des blessures mineures; 6 n'ont subi aucune blessure. Tous les enfants de moins de 2 ans étaient retenus dans un ensemble de retenue d'enfant et n'ont subi aucune blessure lors des accidents[132].

Le NTSB a également fait valoir que, bien que les passagers soient tenus de ranger de façon sécuritaire leurs bagages de cabine au cours du décollage et de l'atterrissage en raison des risques de blessures pour les autres passagers en cas d'événement dangereux imprévu, on leur permet encore aux passagers de tenir sur leurs genoux un enfant de poids et de taille semblables aux bagages de cabine. S'il n'est pas obligatoire de retenir pour leur propre sécurité des enfants âgés de moins de 2 ans, cela pose un problème de sécurité pour les autres passagers[133].

En outre, le NTSB a relevé plusieurs événements où l'équipage, des passagers adultes et des enfants ont été blessés au cours de turbulences imprévues d'intensité moyenne à importante et a décrit comment les bébés et les enfants tenus sur les genoux auraient probablement survécu ou subi des blessures moins graves s'ils avaient été bien retenus[134].

---

131 National Transportation Safety Board, Recommandations A-90-078, A-93-106, A-93-107, A-93-108, A-93-109, A-10-122 et A-10-123.

132 K. Poland et N.M. Marshall, *A Study of General Aviation Accidents Involving Children in 2011*, National Transportation Safety Board (NTSB), Washington DC, USA.

133 NTSB (2010). Recommandations sur la sécurité A-10-121 à 123.

134 Vol 232 de la United Airlines, Sioux City, IA. 1989; vol 1016 de US Air, Charlotte, NC, 1994; vol 267 de Continental, turbulence importante, 1995; vol 903 d'American Airlines; problème en vol, 1997; vol 2809 de Southwest Airlines; turbulence importante, 2008; événement d'aviation générale, Butte, MT, 2009.

L’événement de turbulence soudaine en vol le plus récent est survenu le 17 février 2014 aux États-Unis lorsqu’un Boeing 737-700 est entré soudainement dans une zone de turbulence importante pendant sa descente durant un atterrissage à Billings (Montana). Un agent de bord a été grièvement blessé. Un bébé tenu sur les genoux de sa mère a été projeté hors des bras de celle-ci jusqu’à un siège vide 2 rangées plus loin; le bébé n’a pas été blessé. En tout, 3 agents de bord et 2 passagers ont été transportés à l’hôpital.

Agence européenne de la sécurité aérienne

L’Agence européenne de la sécurité aérienne (AESE) a mené une étude en 2007 sur les ensembles de retenue d’enfant[135]. La phase II de cette étude comprenait l’évaluation des solutions disponibles pour retenir les bébés et les enfants et on y stipule que les ceintures abdominales classiques ne conviennent pas pour retenir de façon sécuritaire les bébés et les enfants. La crête iliaque des bébés et des enfants n’est pas complètement développée et il y a donc un risque que la ceinture abdominale glisse vers leur partie abdominale et cause de graves blessures internes au cours d’un accident ou d’une turbulence. De plus, des tests ont révélé que les forces dynamiques générées lors d’un écrasement peuvent amener le haut du torse d’un bébé ou d’un enfant à heurter les fémurs. La tête du bébé ou de l’enfant peut frapper le siège devant lui ou la structure du siège sur lequel il est installé. L’étude résume ses constatations comme suit :

> [traduction] Les sièges d’enfant doivent être conçus en fonction du développement des bébés et des enfants afin de les retenir de façon sécuritaire. Les exigences pour les dispositifs de retenue d’enfant[136] doivent comprendre notamment ce qui suit :
>
> - Les enfants en bas âge pesant jusqu’à 9 kg doivent être assis dans un ensemble de retenue d’enfant orienté vers l’arrière.
> - Les dispositifs de retenue pour enfants orientés vers l’avant doivent être pourvus d’un système de retenue qui convient aux enfants, soit un ensemble de retenue à ceintures de sécurité, soit un bouclier d’impact. Un ensemble de retenue à ceintures de sécurité qui convient aux enfants retient le bassin et le haut du torse de façon sécuritaire lors d’un accident et peut être ajusté selon la taille du bébé ou de l’enfant. Un bouclier d’impact permet de soutenir le bassin et le torse (sternum) du bébé ou de l’enfant.

---

[135] Agence européenne de la sécurité aérienne (AESA) (EASA.2007.C.28), *Study on child restraint systems,* TÜV Rheinland Kraftfahrt GmbH, Team Aviation, novembre 2008. Disponible à l’adresse : http://easa.europa.eu/rulemaking/docs/research/Final%20Report%20EASA%202007.C.28.pdf (dernière consultation le 25 juin 2015).

[136] L’étude de l’ Agence européenne de la sécurité aérienne (AESA) entend par ensembles de retenue d’enfant des systèmes de retenue pour enfants testés et approuvés pour les véhicules automobiles et maintenus en place à l’aide de leurs dispositifs de retenue. Les dispositifs de retenue pour enfants désignent les ensembles de retenue d’enfant utilisés dans les aéronefs et maintenus en place à l’aide des dispositifs de retenue qui y sont fournis.

- L'ensemble de retenue à ceintures de sécurité des dispositifs de retenue pour enfants orientés vers l'avant doit comporter une sangle d'entrejambe pour éviter que le bébé ou l'enfant ne glisse sous la ceinture abdominale.

Initiatives de sécurité liées à la turbulence en vol

Transports Canada

La turbulence en vol est la principale cause des blessures que subissent les passagers et les agents de bord. Plusieurs accidents et incidents attribuables à de la turbulence en ciel clair mettent en lumière l'importance d'immobiliser les articles mobiles et de garder les ceintures de sécurité bouclées tout au long du vol. En janvier 2012, Transports Canada a émis la circulaire d'information CI 605-004, Édition n° 01, *L'utilisation des ceintures de sécurité – Passagers et membres d'équipage*, afin de souligner l'importance d'utiliser des dispositifs de retenue appropriés au cours de toutes les phases d'un vol, car une turbulence soudaine d'intensité moyenne à importante peut blesser tous les occupants à bord. On y indique également que les enfants en bas âge tenus sur les genoux peuvent être blessés pendant des périodes de turbulence s'ils ne sont pas retenus.

Federal Aviation Administration

En 1995, à la suite de plusieurs cas de turbulence importante imprévue, la Federal Aviation Administration (FAA) a émis une circulaire d'information aux transporteurs aériens les incitant à demander aux passagers de garder leur ceinture de sécurité bouclée en tout temps lorsqu'ils sont assis. La plupart des transporteurs aériens se conforment maintenant à cette directive, mais elle ne s'applique pas aux enfants de moins de 2 ans, car il n'est pas obligatoire de les retenir à quelque moment que ce soit au cours d'un vol.

À la suite de plusieurs événements ayant causé des décès et des blessures au cours de turbulence en vol d'intensité moyenne à importante, la FAA a émis en 2006 une circulaire d'information[137] traitant de la prévention des blessures causées par la turbulence. Cette circulaire faisait part de pratiques connues pour prévenir efficacement les blessures causées par la turbulence, dont des communications immédiates et claires entre l'équipage de conduite et les agents de bord et avec les passagers afin que ces derniers demeurent assis et bouclent leur ceinture de sécurité. La circulaire souligne également l'importance pour les agents de bord d'arrimer les articles mobiles afin d'empêcher leur projection dans la cabine. La FAA suggère également dans cette circulaire d'information que les transporteurs aériens élaborent et instaurent des pratiques visant à promouvoir l'utilisation d'ensembles de retenue d'enfant approuvés qui conviennent au poids et à la taille des bébés et des enfants en bas âge afin de les protéger. La réglementation à l'égard des ensembles de retenue d'enfant n'a toutefois pas été modifiée. La circulaire d'information énonce ce qui suit :

---

[137] Federal Aviation Administration (FAA), Advisory Circular (AC) No. 120-88A, Preventing Injuries Caused by Turbulence, 19 janvier 2006. Disponible à l'adresse : https://www.faa.gov/regulations_policies/advisory_circulars/index.cfm/go/document.information/documentID/99831 (dernière consultation le 18 juin 2015).

> [traduction] Il faut exhorter les parents et les gardiens à asseoir les enfants de moins de 2 ans dans un ensemble de retenue d'enfant lorsque la consigne lumineuse de ceinture de sécurité est allumée. Les agents de bord sont incités à vérifier que les ensembles de retenue d'enfant sont bien fixés dans un siège orienté vers l'avant et que les enfants semblent y être bien retenus.

Le 17 septembre 2010, la FAA a émis la circulaire d'information 120-87B sur l'utilisation des ensembles de retenue d'enfant dans les aéronefs. Cette circulaire visait à promouvoir auprès des transporteurs aériens l'élaboration et l'instauration de procédures d'utilisation normalisées et de programmes de formation relatifs à l'utilisation des ensembles de retenue d'enfant ainsi que la révision des procédures et des programmes actuels. Bien que cette circulaire comprenne beaucoup d'information sur les ensembles de retenue pour les enfants de plus de 2 ans, rien n'y est mentionné à cet égard en ce qui concerne les enfants de moins 2 ans. La circulaire indique que les enfants de moins 2 ans peuvent être tenus sur les genoux d'un adulte au cours du décollage, de l'atterrissage ou du roulage au sol.

Initiatives de l'Organisation de l'aviation civile internationale

Selon l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI)[138], en 2013, le nombre de passagers transportés est passé à 3,1 milliards, soit une hausse de 4,5 % par rapport à 2012.

En ce qui concerne les vols intérieurs réguliers, la circulation aérienne et les marchés ont connu une augmentation globale de 5,1 % dans toutes les régions en 2013. L'Amérique du Nord constitue toujours le plus gros marché des vols intérieurs, représentant 45 % des vols intérieurs réguliers du monde. Il n'y a pas de données statistiques sur le nombre de bébés et d'enfants voyageant par avion.

Selon les données statistiques de TC, le nombre de passagers dans les aéroports canadiens a augmenté de 2,9 % en 2013, pour atteindre 85,2 millions de passagers embarqués et débarqués. Le trafic intérieur, le trafic entre le Canada et les États-Unis et le trafic international ont augmenté par rapport à l'année précédente, de 2,8 %, 4,4 % et 1,6 %, respectivement[139]. Ces données statistiques sont comparables à celles de l'OACI. Le nombre de bébés et d'enfants voyageant comme passagers aériens n'est pas disponible.

La question des dispositifs de retenue pour enfants a été soulevée récemment par les pays membres de l'OACI. On a demandé à l'OACI d'indiquer aux pays la meilleure façon d'aborder cette question. La question des dispositifs de retenue pour enfants est incluse dans le programme de travail triennal 2014-2016 du Groupe de travail sur le Programme de la sécurité de la cabine de l'OACI. Ce groupe se compose de 28 participants de plusieurs pays

---

138 Organisation de l'aviation civile internationale, *Rapport annuel du Conseil* de l'OACI : 2013. Disponible à l'adresse : http://www.icao.int/annual-report-2013/Pages/FR/default_FR.aspx (dernière consultation le 25 juin 2015).

139 Transports Canada, *Les transports au Canada 2013*, TP 14816. Disponible à l'adresse : http://www.tc.gc.ca/media/documents/politique/Transportation_in_Canada_2013_fra_ACCESS.pdf (dernière consultation le 25 juin 2015).

membres représentant divers intervenants internationaux tels que des compagnies aériennes, des organismes de réglementation (dont TC), des représentants d'agents de bord et des avionneurs. Le groupe de travail s'est réuni en avril 2014 afin de poursuivre l'élaboration de directives sur la sécurité des enfants en bas âge et sur l'utilisation des ensembles de retenue d'enfant[140].

La Fédération internationale des ouvriers du transport a présenté au cours de la 38e session de la Commission technique à l'Assemblée de l'OACI une note de travail traitant de la question des dispositifs de retenue pour enfants. Le sommaire énonce ce qui suit :

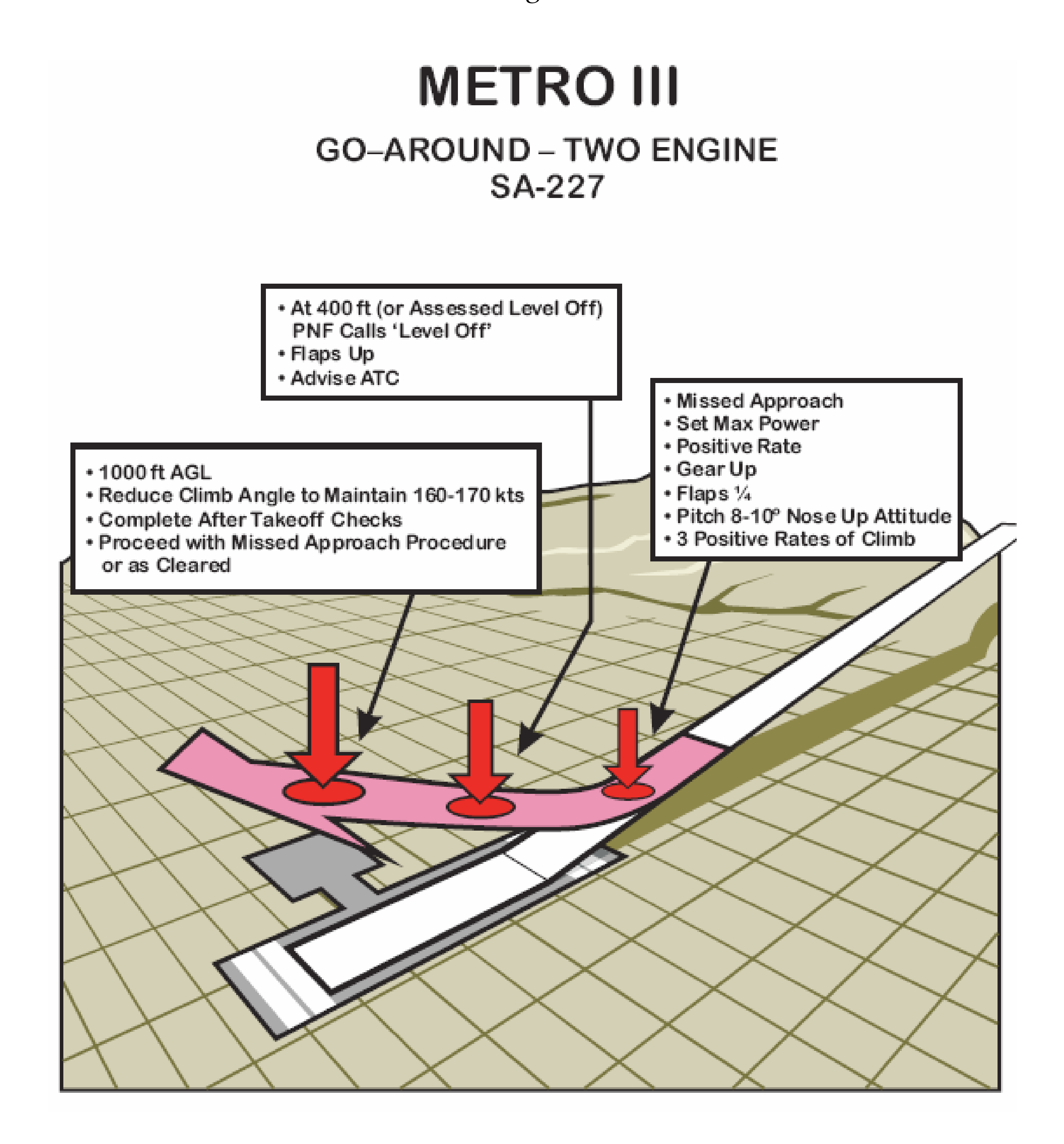
> [traduction] L'un des objectifs de la sécurité de l'aviation est de veiller à ce que toutes les mesures raisonnables soient prises pour assurer la sécurité du public et des membres d'équipage lors des vols . L'équipage de cabine est responsable de la protection, du bien-être et de la sécurité de tous les occupants de la cabine des aéronefs commerciaux. Bien qu'il faille pour des raisons d'équité assurer la même protection à tous les passagers, dans plusieurs pays les plus jeunes et les plus vulnérables en bas d'un certain âge sont autorisés à voyager sur les genoux d'un adulte au cours du roulage au sol, du décollage, de l'atterrissage et des périodes de turbulence. Pour veiller à ce que les passagers les plus jeunes soient retenus au cours des étapes critiques d'un vol et des périodes de turbulence, l'exception aux règlements de l'aviation internationale qui permet aux enfants de voyager sur les genoux d'un adulte doit être abolie[141].

---

140 Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) Working paper of the Assembly – 38th Session, Technical Commission, Agenda Item 31: Aviation Safety – Emerging Issues, Child Restraint. A38-WP/287, TE/130, 12/9/13. Disponible à l'adresse : http://www.icao.int/Meetings/a38/Documents/WP/wp287_en.pdf (dernière consultation le 25 juin 2015).

141 Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) Working paper of the Assembly – 38th Session, Technical Commission, Agenda Item 31: Aviation Safety – Emerging Issues, Child Restraint.. A38-WP/99, TE/31, 22/8/13.

Annexe G – Procédure de remise des gaz, 2 moteurs, Metro III



Source: Perimeter Aviation LP, Standard Operating Procedures (SOP) SA227 Metro III, Section 4 Flight Training Procedures, p. 4-13 [disponible en anglais seulement]

Annexe H – Recommandations du groupe de travail sur la réduction des accidents à l'approche et à l'atterrissage

Recommandations relatives aux politiques des entreprises

- Les exploitants devraient spécifier des entrées d'approche finale[142] bien définies.
- Les exploitants devraient définir les paramètres d'une approche stabilisée dans le manuel d'exploitation des aéronefs (FOM) et dans les manuels d'utilisation d'aéronef (AOM).
- La politique d'approche stabilisée devrait mentionner, à tout le moins, la trajectoire de vol, la vitesse, la puissance, l'altitude, le taux de descente, la configuration de l'aéronef et la préparation de l'équipage à l'atterrissage.
- Tous les vols devraient être stabilisés avant 1000 pieds agl (au-dessus du sol) en conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC) et avant 500 pieds agl en conditions météorologiques de vol à vue (VMC).
- Les exploitants devraient élaborer et appuyer des politiques « sans blâme » pour la remise des gaz et les approches interrompues.
- Les FOM ou les SOP (procédures d'utilisation normalisées) devraient exiger qu'une remise des gaz soit effectuée si un aéronef devient instable pendant l'approche.
- Les exploitants devraient mettre en œuvre des procédures SCDA (approche stabilisée avec angle de descente constant) pour les approches de non-précision.
- Les exploitants devraient élaborer et adopter une politique sur l'utilisation appropriée du pilote automatique pour les approches en conditions de visibilité réduite, de nuit ou en présence d'illusions d'optique ou physiologiques.
- Les exploitants devraient appliquer des directives claires dans le cas d'alertes TAWS (système d'avertissement et d'alarme d'impact).

Recommandations concernant les Procédures d'utilisation normalisées

- Les États devraient obliger les exploitants à élaborer et à adopter des SOP pour les manœuvres d'approche et d'atterrissage.
- Les États devraient exiger l'utilisation des SOP pour les manœuvres d'approche et d'atterrissage.
- Les exploitants devraient élaborer des SOP sur l'utilisation du pilote automatique pendant les manœuvres d'approche et d'atterrissage.
- Les exploitants devraient avoir une politique claire sur le rôle du pilote aux commandes en situations complexes et offrir une formation à ce sujet.
- Une liste de vérification d'évaluation des risques devrait être utilisée pour cerner les dangers relatifs à l'approche et à l'atterrissage.

---

142 Point que l'aéronef doit survoler à une hauteur donnée avant d'entreprendre son approche finale.

Recommandations concernant la formation

- Les équipages devraient recevoir une formation afin de reconnaître les risques opérationnels relatifs aux conditions défavorables, telles que la visibilité réduite, les illusions d'optique, les pistes contaminées et les vents traversiers.
- La formation devrait porter sur les approches de non-précision, en particulier celles qui comportent de faibles taux de descente ou des descentes en paliers.
- Les équipages devraient recevoir une formation en vue de les inciter à prendre le temps nécessaire pour prendre des mesures correctives lorsqu'il y a confusion, ambiguïté et saturation relatives aux tâches dans le poste de pilotage.
- Les exploitants devraient élaborer et mettre en œuvre une politique sur l'utilisation appropriée du pilote automatique et sur les aides à la navigation pour les approches utilisées.
- Les équipages devraient recevoir de la formation sur les procédures d'approche SCDA.
- Les équipages devraient suivre une formation sur les critères de conception des approches et sur les exigences minimales de franchissement d'obstacles.

Recommandations concernant les prises de décisions

- Les exploitants devraient fournir une formation visant à améliorer les prises de décisions et la gestion des risques (erreurs).
- Les exploitants devraient développer un modèle décisionnel à utiliser en situation d'urgence, lorsque le temps de réaction est limité.
- Les exploitants devraient offrir une meilleure formation sur la gestion des erreurs, l'évaluation des risques et la correction des erreurs.

Recommandations concernant les enregistreurs de conversations de poste de pilotage et les enregistreurs de données de vol

- Les organismes de réglementation devraient encourager l'installation de FDR (enregistreurs de données de vol) et de CVR (enregistreur de conversations de poste de pilotage) à bord des aéronefs où ils ne sont pas actuellement requis.

Recommandations concernant le pilote automatique

- Le groupe de travail de la FSF (Flight Safety Foundation) recommande l'utilisation du pilote automatique, particulièrement en approche en conditions de visibilité réduite, de nuit ou en présence d'illusions d'optique ou physiologiques.

Recommandations concernant le radioaltimètre

- Les exploitants devraient exiger l'utilisation du radioaltimètre au cours des manœuvres d'approche et préciser la procédure d'utilisation.
- Donner aux équipages la formation sur le réglage du curseur du radioaltimètre à 200 pieds agl pour toutes les approches, sauf les approches de catégorie (CAT) II et III.
- Montrer aux équipages la manière de procéder à une remise des gaz dynamique si l'avertisseur se déclenche sans que le contact visuel avec la piste soit établi.

- Les exploitants devraient faire activer les annonces automatiques ou exiger des annonces de la part des équipages à 2500, à 1000 et à 500 pieds agl ainsi qu'aux minimums requis.

Recommandations concernant la technique d'approche stabilisée avec angle de descente constant

- Il faut instaurer l'utilisation des procédures SCDA pour les approches de non-précision.
- Les équipages devraient recevoir de la formation sur les procédures d'approche SCDA.
- Les équipages devraient suivre une formation sur les critères de conception des approches et sur les exigences minimales de franchissement d'obstacles.

Annexe I – Liste des acronymes et des abréviations

AESA	Agence européenne de la sécurité aérienne
AFM	manuel de vol
agl	au-dessus du sol
AIM	*Manuel d'information aéronautique*
ALAR	Approach-and-Landing Accident Reduction (groupe de travail de la FSF sur la réduction des accidents à l'approche et à l'atterrissage)
AOC	permis/certificat d'exploitation aérienne
AOM	manuel d'utilisation d'aéronef
APAPI	indicateur de trajectoire d'approche de précision simplifié
ARCAL	balisage lumineux d'aérodrome télécommandé
asl	au-dessus du niveau de la mer
ATC	contrôle de la circulation aérienne
ATIS	service automatique d'information de région terminale
ATPL	licence de pilote de ligne
BST	Bureau de la sécurité des transports du Canada
C	Celsius (degré)
CAA	Civil Aviation Authority (Royaume-Uni)
CAM	microphone du poste de pilotage
CAP	*Canada Air Pilot*
CAP GEN	pages générales du *Canada Air Pilot*
CARS	station radio d'aérodrome communautaire
CASA	Civil Aviation Safety Authority (Australie)
CCRAC	Conseil consultatif sur la réglementation aérienne canadienne
CFIT	impact sans perte de contrôle
CFS	*Supplément de vol* – Canada
CI	Circulaire d'information
COM	*Manuel d'exploitation de la compagnie*
CPL	licence de pilote professionnel
CRAC	Comité de réglementation de l'Aviation civile (fait partie du CCRAC)
CRM	gestion des ressources en équipe
CVR	enregistreur de conversations de poste de pilotage
CYBR	Brandon
CYDN	Dauphin
CYGL	La Grande Rivière
CYGW	Kuujjuarapik
CYMO	Moosonee
CYPL	Pickle Lake
CYQK	Kenora
CYSK	Sanikiluaq
CYWG	Winnipeg/Aéroport international James Armstrong Richardson
DH	hauteur de décision
EGT	température des gaz d'échappement

EIC	Exchange Income Corporation
FAA	Federal Aviation Administration (États-Unis)
FDR	enregistreur de données de vol
FIC	centre d'information de vol
FOM	manuel d'exploitation des aéronefs
FOQA	Programme d'assurance de la qualité des opérations aériennes
FSF	Flight Safety Foundation
FTM	Manuel de pilotage
GA	aviation générale
GFA	prévision de zone graphique
GNSS	système mondial de navigation par satellite (approche)
GPS	système mondial de positionnement
GPWS	dispositif avertisseur de proximité du sol
GRC	Gendarmerie royale du Canada
IAS	vitesse indiquée
IATA	Association du Transport Aérien International
IFR	règles de vol aux instruments
ILS	système d'atterrissage aux instruments
IMC	conditions météorologiques de vol aux instruments
in. Hg	pouce de mercure
IP	inspection du processus
ISA	atmosphère type internationale
IVP	inspection de validation du programme
kg	kilogramme
KIAS	vitesse indiquée exprimée en nœuds
LME	liste minimale d'équipements
LME/LEC	liste minimale d'équipements / Liste d'écarts de configuration
LOSA	audit de sécurité en service de ligne
LPV	alignement de piste avec guidage vertical
M	magnétique (degré)
MAC	Conseil aéronautique manitobain
MANAIR	*Manuel des normes et procédures des prévisions météorologiques pour l'aviation*
MAP	point d'approche interrompue
MDA	altitude minimale de descente
METAR	message d'observation météorologique régulière pour l'aviation
MHz	mégahertz
MSA	altitude minimale de sécurité
NATA	Northern Air Transport Association
NDB	radiophare non directionnel
NDB RWY 27 (GNSS)	Piste 27 approche au radiophare non directionnel à l'aide du système mondial de navigation par satellite
nm	mille marin

NOTAM	Avis aux navigants
NPA	approche de non-précision
NSAC	*Normes de service aérien commercial*
NTSB	National Transportation Safety Board (États-Unis)
OACI	Organisation de l'aviation civile internationale
OFP	plan de vol exploitation
Ops Spec	spécifications d'exploitation
P/O	premier officier
PAG993	vol nolisé de Perimeter PAG993
PAPI	indicateur de trajectoire d'approche de précision
PDM	prise de décision du pilote
PE	pilote examinateur
Perimeter	Perimeter Aviation LP
PF	pilote aux commandes
pi/min	pied par minute
PNF	pilote qui n'est pas aux commandes
RA/TA	avis de résolution / avis de circulation
RAC	*Règlement de l'aviation canadien*
RNAV	navigation de surface (approche)
RSC	état de la surface de la piste
SCDA	approche stabilisée avec angle de descente constant
SGS	système de gestion de la sécurité
sm	mille terrestre
SOCC	centre de contrôle des opérations du système
SOP	procédures d'utilisation normalisées
SPPA	Standard Project Planning Application
SRL	limitation du régime maximal
STEADES	Safety Trend Evaluation, Analysis & Data Exchange System (système de l'IATA)
TAF	prévision d'aérodrome
TAWS	système d'avertissement et d'alarme d'impact
TC	Transports Canada
TCAC	Transports Canada, Aviation civile
TCAS	système d'avertissement de trafic et d'évitement d'abordage
TCU	cumulus bourgeonnant (nuage)
TEM	gestion des menaces et des erreurs
U/S	hors service
UTC	temps universel coordonné (heure normale du Centre plus 6 heures; heure normale de l'Est plus 5 heures)
V	vrai (degré)
VASIS	indicateur visuel de pente d'approche
VHF	très haute fréquence
VMC	conditions météorologiques de vol à vue

V_{REF}	vitesse d'approche de référence
V_{YSE}	vitesse correspondant à la vitesse ascensionnelle maximale avec un moteur coupé
YSK	indicatif de 3 lettres du radiophare non directionnel de Sanikiluaq